

**Универзитет „Св. Климент Охридски“ - Битола**  
**Технички факултет - Битола**

Проф. д-р Игор Неделковски

# **Инженерски експертски системи**

- авторизирани предавања -

Битола, 2009

## **Инженерски експертски системи (авторизирани предавања)**

**Врз основа на Законот за авторското право и сродните права се забранува издавање, репродукција, дистрибуција вклучувајќи изнајмување и позајмување, јавно изложување, јавно соопштување и преработка, без претходна писмена согласност на авторот.**

© 2009, Игор Неделковски

**Универзитет „Св. Климент Охридски“ - Битола**  
**Технички факултет - Битола**

Проф. д-р Игор Неделковски

# **Инженерски експертски системи**

- авторизирани предавања -

Битола, 2009



# СОДРЖИНА

<b>1. ВОВЕД</b>	<b>7</b>
<b>2. ПОИМИ И ДЕФИНИЦИИ НА ВЕШТАЧКА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА</b>	<b>9</b>
<b>3. РАЗВОЈ НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА</b>	<b>15</b>
<b>4. ОБЛАСТИ НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА</b>	<b>17</b>
<b>5. ОСНОВНИ КОНЦЕПТИ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>23</b>
<b>6. ПРИМЕНА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>29</b>
<b>7. СТРУКТУРА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>33</b>
<b>8. КАКО РАБОТАТ ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>37</b>
<b>9. ОБЛАСТИ ПОГОДНИ ЗА ПРИМЕНА НА ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ</b>	<b>43</b>
<b>10. ПРИДОБИВКИ И МОЖНОСТИ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>47</b>
<b>11. ПРОБЛЕМИ И ОГРАНИЧУВАЊА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>51</b>
<b>12. ФАКТОРИ ЗА УСПЕХ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ</b>	<b>53</b>
<b>13. ВИДОВИ НА ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ</b>	<b>55</b>
<b>14. ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ НА ИНТЕРНЕТ</b>	<b>59</b>
<b>РЕЗИМЕ</b>	<b>63</b>
<b>ПОИМНИК</b>	<b>65</b>
<b>ПРАШАЊА ЗА ПРОВЕРКА</b>	<b>68</b>
<b>ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА</b>	<b>69</b>



# 1. ВОВЕД

Цели за изучувањето на овој курс се:

- Да се опише концептот и развојот на вештачката интелигенција
- Да се разбере важноста на знаењето во процесот на донесување на одлуки
- Да се опише концептот и развојот на експертските системи базирани на правила
- Да се сфати архитектурата на експертските системи базирани на правила
- Да се објаснат придобивките и ограничувањата на системите базирани на правила при донесувањето на одлуки
- Да се идентификуваат соодветните примени на експертските системи.

Некои менаџерски одлуки се квалитативни по природа и за нив е потребно расудувачко знаење кое што е својствено за човечки експерт. Ова знаење може да се вклучи во софтвер за поддршка при донесувањето на одлуки. Софтверот кој го интегрира знаењето од експертите се нарекува систем за поддршка при донесување на одлуки базиран на знаење (Knowledge-based decision support system - KBDSS) или интелигентен систем за поддршка при донесување на одлуки (Intelligent decision support system - IDSS). Системите за поддршка при донесување на одлуки базирани на знаење може да ги зголемат способностите за одлучување на оној што донесува одлука, со снабдување со софтверска алатка што директно ќе го поддржи донесувањето на одлуката.

Најчесто користена софтверска алатка за поддршка на донесување на одлуки се **експертските системи**. Основата за изградба на експертски системи се состои од техниките и алатките на вештачката интелигенција. Затоа, во овој курс најпрво се разработени основите на вештачката интелигенција, а потоа карактеристиките на експертските системи како софтверски алатки базирани на принципите на вештачката интелигенција. Материјалот е структуриран во следните поглавја:

1. Поими и Дефиниции на вештачка интелигенција.
2. Развој на вештачката интелигенција.
3. Области на вештачката интелигенција.
4. Основни концепти на експертските системи.
5. Примена на експертските системи.
6. Структура на експертските системи.
7. Како работат експертските системи: Механизми за изведување на заклучоци.

8. Подрачје на проблеми на експертските системи.
9. Придобивки и можности на експертските системи.
10. Ограничувања на експертските системи.
11. Фактори за успех на експертските системи.
12. Типови на експертски системи.
13. Експертските системи на Интернет.

## 2. ПОИМИ И ДЕФИНИЦИИ НА ВЕШТАЧКА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА

Во некои ситуации кога е потребна одлука, поддршката понудена само од податоците и моделот за управување со истите не секогаш е доволна. Заради тоа може да се обезбеди дополнителна софтверска поддршка со користење на експертски системи, со цел да се замени човечката експертиза преку обезбедување на потребното знаење од страна на софтвер – експертски систем. Покрај експертските системи постојат и неколку други интелегентни технологии кои може да се употребат во ситуации кога е потребна поддршка при одлучувањето и за кои е потребна експертиза. Овие технологии користат квалитативно знаење наместо математички модели за да ја обезбедат потребната поддршка, и се наречени **системи базирани на знаење (knowledge-based systems)**. Главната технологија врз која се изградени овие апликации е вештачката интелигенција.

### Дефиниции на Вештачка интелигенција

**Вештачката интелигенција - ВИ (Artificial intelligence - AI)** е област во компјутерската наука. Терминот опфаќа многу дефиниции, но повеќето експерти се сложуваат дека вештачката интелигенција се однесува на две основни идеи. Прво, го изучува начинот на размислување кај луѓето (за да се разбере што е тоа интелигенција); и второ, се занимава со претставување и повторување на овие процеси кај машини (на пример, компјутери и роботи).

Една добро позната дефиниција за вештачка интелигенција е следнава: *„Вештачка интелигенција е однесувањето на една машина кое, доколку е изведено од човечко суштество би можело да се нарече интелегентно“*. Една друга провокативна дефиниција за вештачка интелигенција е дадена од Rich and Knight (1991): *„Вештачката интелигенција претставува област која се занимава со тоа како да ги направи компјутерите да извршуваат работи за кои во моментот луѓето се подобри“*.

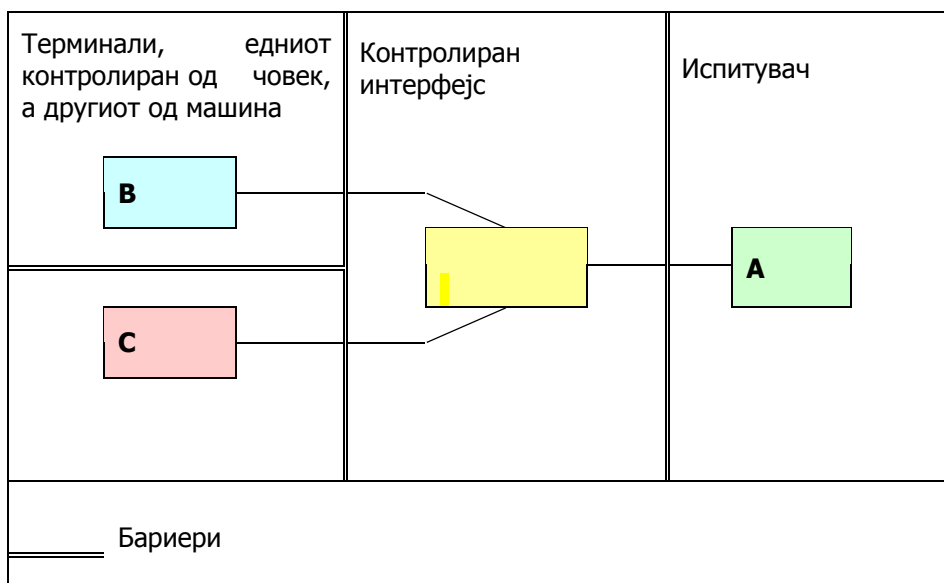
Популарен пример за примена на вештачката интелигенција е Deep Blue, шаховската програма развиена од истражувачки тим на IBM (детално објаснета во Додаток 1). Оваа програма го победила светскиот шампион во шах, Гари Каспаров, во игра во која вообичаено само интелегентни луѓе можат да победат.

За да разбереме што всушност е вештачка интелигенција, треба прво да ги разгледаме сите способности кои се сметаат како знаци на интелигенција:

- Учење или разбирање од искуство.
- Размислување и резонирање.
- Разбирање и логичко заклучување на рационален начин.
- Извлекување заклучоци при решавањето на проблеми.
- Брзо и успешно реагирање на нова ситуација (различни реакции, флексибилност).
- Справување со конфузни ситуации.
- Извлекување на заклучоци од нејасни или контрадикторни пораки.
- Примена на знаење со цел да се манипулира со околината.
- Препознавање на различни елементи и степенот на нивна важност во различни ситуации.

Интересен тест за одредување дали компјутерот покажува интелегентно однесување е дизајниран од Алан Туринг, и е наречен **Турингов тест**. Во овој тест човекот- испитувач комуницира со компјутер и со друг човек кои не ги гледа. Според овој тест, еден компјутер може да се смета за интелегентен само кога човекот - испитувач не може да определи кој е компјутерот.

*Детално објаснување на тестот:* Класичните експерименти предложени за определување на тоа дали одредена машина поседува интелигенција на човечко ниво се познати како Турингови тестови, именувани според пионерот во истражувањата на полето на компјутерската логика и вештачката интелигенција, А.М.Туринг. Бидејќи сеуште не постои машина која покажува доволно интелегентно однесување овој тест не може да се каже дека е применет во целост онака како што е изворно предвиден. Сепак, Туринговиот тест претставува основна парадигма за многу успешно извршени работи како и за многу експерименти со машинската интелигенција. Во основа, Туринговиот тест се состои од презентирана човечка фигура како испитувач А, кој преку соодветни медиуми со можност за комуникација и конверзација е поврзан со два, за него непознати, извори (терминали) В и С (Слика 1). Испитувачот А знае дека едниот од терминалите е контролиран од машина додека другиот од непознат човек. Задачата на испитувачот А е да погоди кој од терминалите е контролиран од човек, а кој од машина. Ако А не може со сигурност поголема од 50% да утврди кој терминал е контролиран од човек, односно од машина, и ако овој резултат се одржува без разлика на тоа кои човечки индивидуи се вклучени во експериментот, за машината може да се рече дека успешно симулира човечка интелигенција.



Слика 1

*Забелешки:*

*Прво*, природата на Туринговиот тест е таква што не дозволува визуелна опсервација на физичката природа на терминалите, ниту од контролорот ниту од испитувачот. Овде се става на прв план опсервацијата на интелектуалното однесување, односно способноста за комуницирање со формални симболи и апстрактното размислување. Но исто така, не постои можност да се оценат аспектите на однесувањето на ентитетот при нормални животни услови, односно да се биде интелигентен при конкретни животни дејствија.

*Второ*, едно од можните достигнувања како последица на резултатите на овие експерименти би било целосно прифаќање или целосно отфрлање на теоријата дека таква интелигентна машина постои или барем постои можност да се направи.

*Трето*, постои можност повеќе од еден вид на машина да го помине тестот на Туринг. Во тој случај, при испитување на вештачката интелигенција се појавува секундарен проблем кој би се однесувал на креирање на генерален опис на сите машини кои успешно го поминале тестот.

*Четврто*, ако машината успешно го помине Туринговиот тест, тоа би значело дека машината е способна да решава проблеми исто толку добро како и човекот. Ова води кон прашањето дали таквата машина, покрај тоа што може да решава проблеми кои секој просечен човек може да ги реши, може да создава проблеми кои ретко кога имаат решение. Дали е возможно да се изгради вештачка интелигенција супериорна во однос на човечката?



### **Додаток 1: Интелигентен компјутер победува шаховски велемајстор**

Во 1997, Deep Blue, компјутерски систем вооружен со вештачка интелигенција, го победи во шаховски меч светскиот шампион во шах, русинот Гари Каспаров, кој се смета за најдобриот играч на шах кој некогаш живеел. Ова беше прв пат компјутер да демонстрира интелигенција во област која бара човечка интелигенција. Системот работеше на IBM RS/6000 SP машина способна да провери 200 милиони потези во секунда, или 50 милијарди позиции во трите минути дозволени за еден потег во шаховска игра. Машината на RS/6000 беше од истиот тип на систем користен во стотици комерцијални и технолошки апликации.

Иако победата на компјутерот не значи дека компјутерската интелигенција може да надвлее, сепак ги навестува потенцијалите на вештачката интелигенција, особено во областа на интелигентна поддршка при донесувањето на одлуки. Компјутерите опремени со можности за интелигентно размислување може да им помогнат на менаџерите да ги минимизираат ризиците и максимираат перформансите.

Во Февруари 2003, се одигра уште еден меч човек - компјутер помеѓу Гари Каспаров и Deep Junior, трикратниот компјутерски шампион во шах програмиран од Amir Ban и Shay Bushinsky во Израел, кој заврши нерешено 3–3. Ова и понатаму потврдува дека знаењето вградено во компјутерската шаховска програма може да биде исто толку моќно колку и човечкото знаење. Повеќе информации за овие мечеви можат да се најдат на:  
[www.research.ibm.com/deep-blue/](http://www.research.ibm.com/deep-blue/) [www.uschess.org/news/press/uspr0307.html](http://www.uschess.org/news/press/uspr0307.html).

## **Карактеристики на вештачката интелигенција**

Иако крајната цел на вештачката интелигенција е да се направат машини кои ќе ја имитираат човековата интелигенција, можностите на тековните комерцијални производи од областа на вештачката интелигенција се далеку од покажување на некаков значаен успех во имитирање на човечката интелигенција. Сепак, програмите базирани на вештачка интелигенција континуирано се подобруваат, и ја зголемуваат продуктивноста и квалитетот автоматизирајќи одредени задачи за кои е потребна човечка интелигенција. Софтверските алатки базирани на вештачка интелигенција вообичаено ги имаат карактеристиките опишани во продолжение.

## **Процесирање на симболи**

**Процесирањето на симболи** е суштинска карактеристика на вештачката интелигенција, што е одразено во следнава дефиниција: *Вештачката интелигенција е гранката од компјутерската наука која примарно се занимава со симболички, не алгоритамски методи на решавање на проблемите.* Оваа дефиниција се фокусира на две карактеристики:

- Нумерика наспроти симболика. Компјутерите биле првично дизајнирани специфично да процесираат броеви (**нумеричко процесирање**). Сепак, луѓето се склони кон симболички начин на размислување; нашата интелигенција делумно во основа е ментална способност за манипулација со симболи наместо само со броеви. Иако симболичкото процесирање е во јадрото на вештачката интелигенција, тоа не значи дека таа не вклучува математика, но сепак главниот акцент кај вештачката интелигенција е поставен на манипулацијата со симболи.
- Алгоритми наспроти хеуристика. **Алгоритам е чекор-по-чекор процедура** што има добро дефинирани почетни и крајни точки и гарантира пронаоѓање на решение на дадениот проблем. Повеќето процеси од човечкото расудување се склони да бидат не алгоритамски; со други зборови, нашите умствени активности се посложени од само следење на логичните **чекор-по-чекор процедури**. Човековото размислување повеќе се потпира на правила научени од претходни искуства и длабоки внатрешни перцепции. Ваквиот принцип на размислување се вика **хеуристичко**.

## **Хеуристика**

**Хеуристиката** се состои од интуитивно знаење, или правила научени од претходно искуство. Улогата на хеуристиката во вештачката интелигенција може да се види во следнава дефиниција: *Вештачката интелигенција е гранката од компјутерската наука која се справува со начини на претставување на знаењето користејќи симболи, или хеуристички методи за процесирање на информации.* Со користење на хеуристички методи, не мора секој пат од почеток да се размислува што ќе се прави, кога се справуваме со проблем кој е сличен на некој претходно појавен проблем. Многу методи на вештачката интелигенција применуваат некаков вид на хеуристика со цел да ја намалат комплексноста на начинот на решавањето на проблемот.

## **Логичко заклучување**

Како алтернатива на хеуристиката, вештачката интелигенција исто така користи расудувачки способности со кои може да се постигне знаење на повисоко ниво од веќе постојната хеуристика. Ваквото **ЛОГИЧКО ЗАКЛУЧУВАЊЕ** се состои од факти и правила кои содржат хеуристика, и кои со соодветни механизми за логичко заклучување се надградуваат, т.е. се извлекуваат заклучоци врз база на хеуристиката.

## Машинско учење

Учењето е важна способност на луѓето. Системите за вештачка интелигенција ги немаат истите способности за учење што ги имаат луѓето, но имаат способности за механичко учење, наречено машинско учење, што му овозможува на системот да го приспособува своето однесување и да реагира на промени во надворешната околина. Постојат повеќе методи на машинско учење за развивање на интелигентни системи, како на пример: индуктивно учење, вештачки невронски мрежи, и генетските алгоритми.

Примената на вештачката интелигенција во системите за поддршка при донесување на одлуки има свои предности и ограничувања. Во Додаток 2, е дадена споредба помеѓу вештачката и природната интелигенција.



### Додаток 2: Вештачка интелигенција наспроти природна интелигенција

Потенцијалната вредност на вештачката интелигенција може да биде подобро опишана доколку се спореди со природната, човечка интелигенција. ВИ има неколку важни предности:

- ВИ е перманентна. Природната интелигенција е краткотрајна од комерцијална гледна точка во однос на тоа што работниците може да го сменат работното место или да заборават информации. ВИ е перманентна се додека компјутерските системи и програми останат непроменети.
- ВИ го олеснува дуплирањето и распространувањето. Пренесувањето на суштината на едно знаење од една личност на друга најчесто е долготраен процес на учење; и покрај тоа, експертизата ретко може целосно да се пренесе. Сепак, знаењето вградено во компјутерскиот систем може лесно да биде пренесено од еден компјутер на секој компјутер кој е поврзан на Интернет или на интранет.
- ВИ може да биде поевтина од природната интелигенција. Има повеќе околности при кои купувањето на компјутерски програми чини помалку отколку соодветна човечка сила која би ги извршувала истите задачи. Ова посебно важи кога знаењето е распространето низ Интернетот.
- ВИ, како компјутерска технологија, е конзистентна и темелна. Природната интелигенција е непостојана затоа што самите луѓе се променливи; не секогаш се однесуваат конзистентно.
- ВИ може да биде документирана. Одлуките донесени од еден компјутер можат лесно да бидат документираны со следење на активностите на системот. Природната интелигенција е тешка за документирање. На пример, некоја личност може да донесе заклучок, но по некое извесно време може да не биде во состојба одново да ги реплицира процесите на размислување што довеле до заклучокот, или дури и да не може да се сети на претпоставките што биле дел од одлуката.
- ВИ може да извршува одредени задачи многу побрзо од човек.
- ВИ може да извршува одредени задачи подобро од повеќето луѓе.

Природната интелигенција има неколку предности над ВИ, како што се:

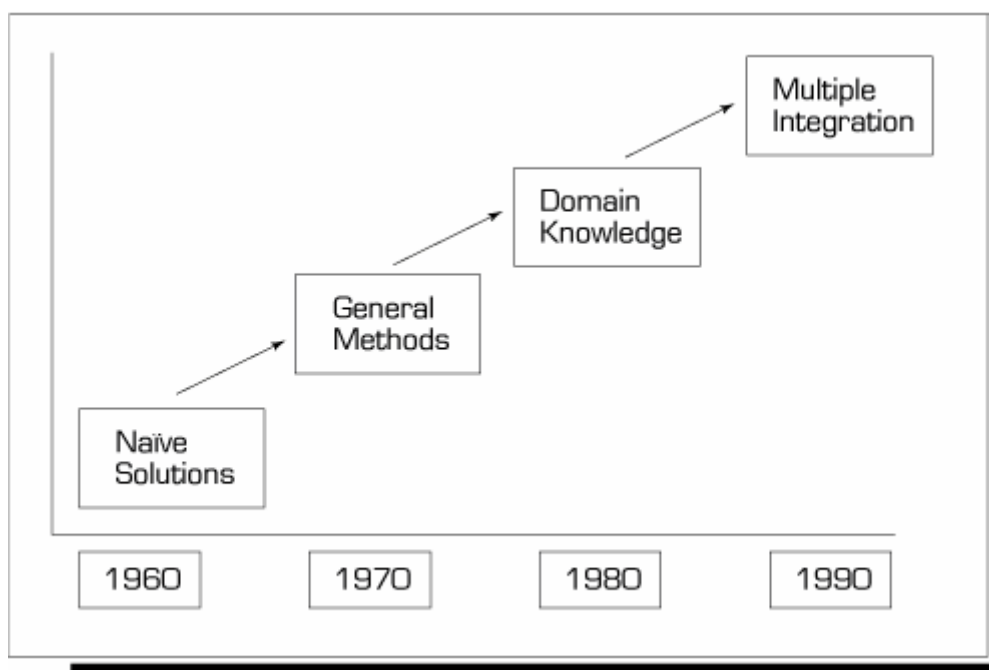
- Природната интелигенција е креативна, за разлика од ВИ која е прилично некреативна. Способноста за стекнување на знаење е својствена за луѓето. Кај ВИ предефинирано знаење мора да биде претходно вградено.
- Природната интелигенција им овозможува на луѓето директно да ги искористуваат и користат сетилните искуства, додека повеќето ВИ системи мораат да работат со симболички влез и репрезентации на состојбите на околината.



### 3. РАЗВОЈ НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА

Развојот на вештачката интелигенција вклучува четири главни етапи. Слика 1 ја покажува еволуцијата од 1960 до сега. Прво, во 1956, група на компјутерски научници се состанале на колеџот Dartmouth да дискутираат за огромниот потенцијал на компјутерските апликации. Тие биле уверени дека, доколку на компјутерите им се даде огромна процесорска моќ, би биле способни да решаваат мноштво комплексни проблеми и да ги заменат луѓето во многу области. Во тоа време, научниците немале доволно познавање за комплексноста на човечката интелигенција и затоа биле премногу оптимисти за тоа што се компјутерите може да постигнат. Повеќето решенија создадени во тоа време биле примитивни, и оттаму оваа етапа е наречена етапа на наивни решенија.

Слика 1. Четирите степени на еволуцијата на ВИ



После неколку години испитување и грешки, научниците почнале да се фокусираат на развивање на поефективни методи за решавање на проблеми, како што се шема за репрезентација на знаењето, стратегии за расудување, и ефективни хевристички методи за пребарување. Затоа што особината на оваа етапа е развитокот на методи за општа намена, истата е наречена етапа на општи методи.

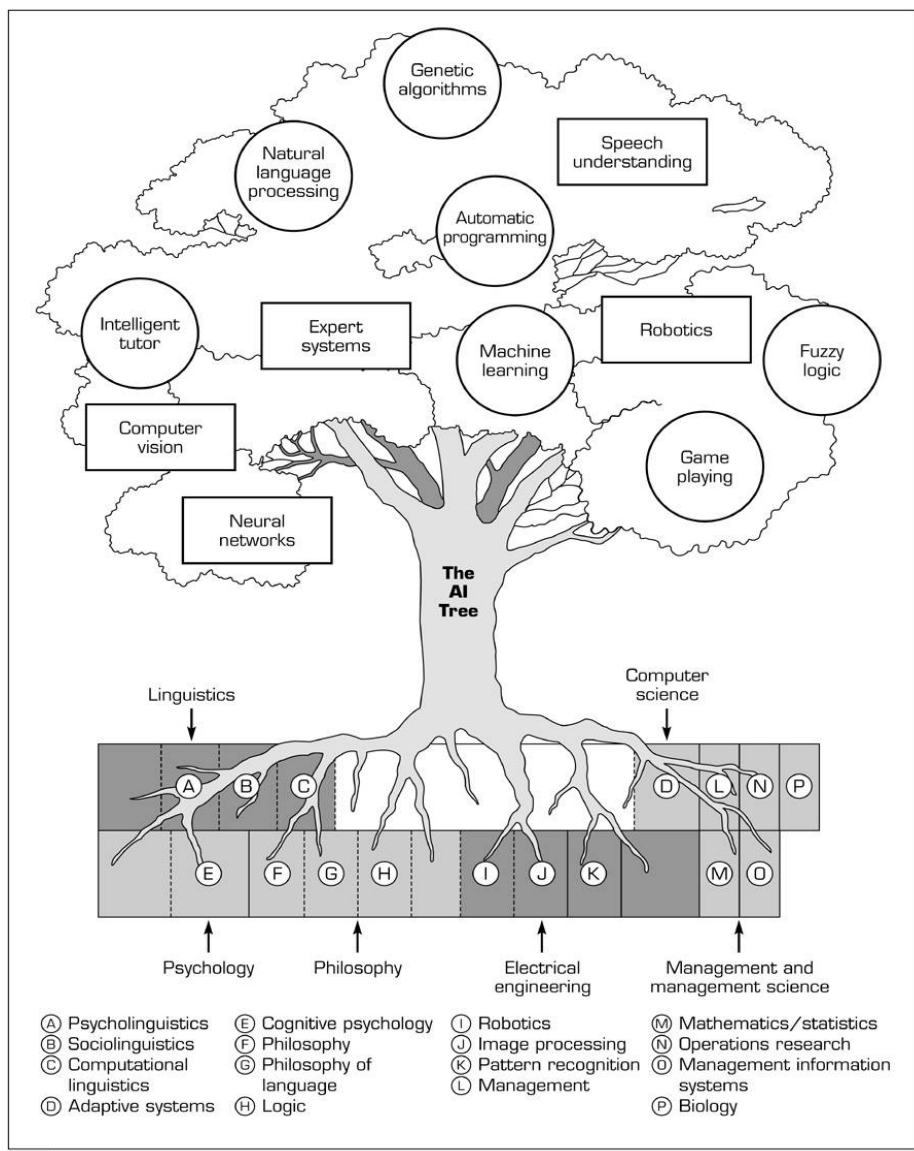
По создавањето на доволен број на методи за општа намена, луѓето почнале да ги применуваат овие методи во конкретни реални апликации. Примената во оваа етапа е поинаква од онаа во првата затоа што сега е добро познато дека решавањето на општи проблеми е тешко. Заради тоа, повеќето апликации од оваа етапа се насочени кон тесно дефинирани области кои содржат специфично знаење. Системите од овај вид се наречени **експертски системи (ЕС)**. Главна карактеристика е тоа што стекнувањето на експертско знаење игра клучна улога при развивањето на ваквите системи. Овој домен го нарекуваме етапа на знаење од определен домен.

Од 1990, се развиваат понапредни методи за решавање на проблеми. Се јавува потреба да се интегрираат неколку техники и да се решаваат проблеми од повеќе различни домени. Хибридните системи кои што се добиваат со интегрирање на системите базирани на правила (rule-based) и системите базирани на состојби (case-based), или со интегрирање на вештачки невронски мрежи и генетски алгоритми, стануваат неопходност. Оваа етапа се нарекува интеграциона етапа.

## 4. ОБЛАСТИ НА ВЕШТАЧКАТА ИНТЕЛЕГЕНЦИЈА

Вештачката интелигенција е збир од концепти и идеи поврзани со развојот на интелигентен систем. Овие концепти и идеи може да се развиваат и применат во различни области. За да се разбере опсегот на вештачката, ќе разгледаме група од области кои што може да бидат наречени фамилии на вештачката интелигенција. Слика 2 ги покажува главните гранки на примена на вештачката интелигенција. Сите гранки се накратко опишани подолу.

Слика 2. Дисциплини на ВИ (корени) и примена (гранки)



## Експертски Системи

Името **експертски системи** доаѓа од изразот експертски систем базиран на знаење (knowledge-based expert system KBES). Експертски систем (ЕС) е систем кој користи човечко знаење сублимирано во компјутер заради решавање на проблеми за кои вообичаено е потребна човечка експертиза. Во следните поглавја од оваа книга се дадени подетални објаснувања за експертските системи.

## Процесирање на природни јазици

Техниката на **процесирање на природните јазици** им овозможува на корисниците да комуницираат со компјутер на нивниот природен јазик. Ваквата технологија нуди конверзациски тип на интерфејс, за разлика од користењето на програмски јазик кој се состои од компјутерски жаргон, синтакса и команди. Разбирањето на природните јазици ги испитува методите со кои и на еден компјутер би му се овозможило да ги разбира инструкциите искажани на обичен литературен јазик, со што ќе се олесни користењето на компјутерите од луѓето. Успехот во оваа област е окарактеризиран кај тековните системи за пребарување кои можат да препознаат и интерпретираат напишани реченици.

## Гласовно разбирање

**Гласовното разбирање** претставува препознавање и разбирање на гласовните говорни јазици од страна на компјутер. Апликациите кои ја користат оваа технологија се повеќе се популаризираат. Така на пример, многу компании ја усвоиле оваа технологија во центрите за повикување каде вие телефонски го кажувате своето барање, а софтверот за гласовно разбирање го препознава вашето барање и го насочува до соодветниот човечки оператор да ви даде одговор, го запишува во база на податоци и сл.

## Роботика и сензорски системи

**Сензорските системи**, како што се системите за надгледување, системите за допир, и системите за сигнално процесирање, при комбинирање со вештачка интелигенција, дефинираат широка категорија на системи општо наречени **роботика**. Робот е електромеханичка направа која може да биде програмирана заради изведување на физички задачи. Американскиот институт за роботика формално го дефинира роботот како "*репрограмабилен мултифункционален манипулатор дизајниран да преместува материјали, делови, алати, или специјализирани направи користејќи низа разновидни програмирани движења заради изведување на различни задачи*".

"Интелигентниот" робот има некој вид на сензори, како на пример камера, што прибира информации за операциите на роботот и неговата околина. Интелигентниот дел на роботот му овозможува да ги интерпретира собраните

информации и да одговори и да се приспособи на промените во својата околина наместо само да следи инструкции.

## **Компјутерска визуелизација и препознавање на сцени**

**Визуелното препознавање** е дефинирано како додавање на некаква форма на компјутерска интелигенција на дигитализираната визуелна информација добиена од некаков машински сензор (како на пример камера). Комбинираната информација потоа се користи за извршување или контрола на операции како што се движење на робот, брзина на движење на производната лента (со која се транспортираат производите во процесот на нивно производство), квалитет на производите и сл. Основната цел на компјутерската визуелизација е да интерпретира сценарија наместо генерирање на слики. Интерпретирањето на сценарија е дефинирано на различни начини во зависност од апликацијата. На пример, интерпретирање на слики земени од сателит може да се користи за груба идентификација на регионите каде има штети на посевиите. Од друга страна пак, визуелните системи кај роботите можат да бидат дизајнирани за точна идентификација на составните компоненти на некоја машина и точно склопување на истите.

## **Интелигентни компјутерски поддржани инструкции**

**Интелигентните компјутерски поддржани инструкции (Intelligent computer-aided instruction - ICAI)** се однесуваат на машини кои се оспособени да подучуваат луѓе. До одредена мера, таквата машина може да се гледа како експертски систем. Сепак, главната цел на еден експертски систем е да даде совет, додека за разлика од него целта на ICAI е да подучува.

Компјутерски поддржаните инструкции, кои се во употреба повеќе години, ја истакнуваат способноста на компјутерите да го следат образовниот процес. Методи на вештачката интелигенција сега се применуваат при развојот на системи кои ќе користат интелигентни компјутерски поддржани инструкции во обид да се создадат компјутерски тутори кои може да ги приспособуваат наставните техники според индивидуалните потреби на секој ученик. Ваквиот вид на системи се познати како интелигентни туторски системи (**intelligent tutoring systems - ITS**), и многу од нив се имплементирани на Интернет (подетално објаснување е дадено во Додаток 3).



### **Додаток 3: Интелигентни туторски системи на Интернет**

Интелигентните туторски системи за подучување се компјутерски базирани системи кои можат да му помогнат на корисникот да се здобие со знаење од специфичен домен на пофлексибилен начин. Клучна интелигенција која влијае на успехот на такви системи е способноста да се анализира однесувањето на ученикот и соодветно да го прилагоди текот на учење. Многу компании го воведуваат овој систем (ITS) како поекономичен пристап за овозможување на обука без оглед каде се наоѓаат лицата за кои е наменет. Ова е посебно корисно во комплексни области каде учениците мора да усовршат разновидни концепти и да ги применат во посебни ситуации. За такви случаи, обичен тренинг преку Интернет не е доволен. Со ITS,

програмите можат да бидат прилагодени и инструкторите можат да го следат напредокот на учениците од далечина. Развивачите на одреден курс можат лесно да ги одржуваат и ажурираат материјалите за обука, така што и продуктивноста на инструкторите се зголемува со користење на ITS. Овие системи исто така овозможуваат персонализирана обука и корисничка помош, слична на еден-на-еден "приватна" обука. ITS користат различни интелегентни системи, почнувајќи од експертски системи до резонирање базирано на правила, кое содржи реални ситуации и решенија за проблемите.

Примерите и вежбите кои се разгледуваат вклучуваат реални ситуации на решавање на проблеми и системот им ги презентира на учениците како виртуелни симулации. Секој пример или вежба го вклучува следново:

- Мултимедијален опис на проблемот, кој може да се развие со тек на време (пример тактичко сценарио).
- Опис на точните акции кои треба да се преземат, вклучувајќи независно подредени, изборни, и алтернативни чекори.
- Мултимедијално објаснување зошто овие чекори се точни.
- Листа на методи за утврдување дали учениците точно ги извеле чекорите.
- Листа на принципи кои мора да се научат заради преземање на точната акција.

Учениците интерактивно ги решаваат проблемите, што им дава можност да ги вежбаат потребните вештини и ги открива постојните недостатоци во знаењето. ITS ги надгледува учениците при изведување на овие симулации, дијагностицирајќи ги јаките и слабите страни во нивната изведба, и составува инструкции за коригирање на слабостите.

Ова е нова парадигма за образованието. Дobar пример за интелегентен туторски систем е ITS Authoring Tool од Stottler Henke Associates ([www.stottlerhenke.com](http://www.stottlerhenke.com)), кој помага при градењето на програми за обука во компаниите кој што да може да се постави на интранет и интернет корпоративни портали. Посетете го наведениот портал за повеќе детали.

## Невронска обработка на податоци

**Невронска мрежа** претставува множество од математички модели кои го симулираат начинот на функционирање на човековиот мозок. Вакви модели се имплементирани во флексибилни, лесни за користење PC- ориентирани невронски мрежни пакети како што се BrainMaker ([www.calsci.com](http://www.calsci.com)) и NeuroShell ([www.wardsystems.com](http://www.wardsystems.com)). Нивните примени во бизнис заедницата се големи – за повеќе информации посетете ги наведените портали.

## Играње игри

Играњето игри е една од првите области на примена на вештачката интелигенција. Тоа е совршена област за истражување на нови стратегии и хевристики, и област каде што резултатите може да се споредат. DEEP BLUE (описан во Додаток 1) е многу добар пример за успешниот развој на оваа област.

## Преведување на јазици

Автоматизираното преведување на јазици користи вештачка интелигенција во компјутерски програми за преведување зборови и реченици од еден јазик на друг без многу помош од страна на човек. Така на пример, LOGOS Group ([www.logos.it](http://www.logos.it)) е една од првите компании која има креирано софтверски пакет за повеќејазично преведување. Денес, неколку портали бесплатно преведуваат Web страни и други документи на повеќе странски јазици ([translate.google.com](http://translate.google.com), [babelfish.yahoo.com](http://babelfish.yahoo.com) и сл.).

## Fuzzy (нејасна, замаглена) логика

**Fuzzy логиката** е техника за обработка на лингвистички термини. Оваа област го проширува поимот логика надвор од едноставните логички оператори точно/погрешно за да овозможи делумни вистини. Неправилното знаење и непрецизното резонирање се важни аспекти од експертизата при користење на здрав разум во ситуации кога треба да се донесе одлука. Кај fuzzy логиката, вредностите точно или погрешно се заменети со степенот на припадност во одредено множество. Пример, кај традиционалната б улова (boolean) логика, кредитната евиденција на една личност е или добра (good) или лоша (bad). Кај fuzzy логиката кредитната евиденција може да се проценува и како добра и како лоша истовремено, но секое со различен степен (на пример 70% добра, 30% лоша или 55% добра, 45% лоша).

## Генетски Алгоритми

**Генетските алгоритми** се интелигентни методи кои ги користат компјутерите за да симулираат процеси на природната еволуција за пронаоѓање на шаблони во множество на податоци – на сличен начин како што во генетиката врз основа на основни елементи хромозоми.

## Интелигентни Агенти

Интелигентните агенти се “мали” програми кои се користат за автоматско извршување на одредени задачи. Анти-вирусната програма е добар пример за интелигентен агент. Ваквите програми ги скенираат сите влезни податоци, и автоматски ги бришат пронајдените вируси. Интелигентниот агент работи во позадина, тој ја набљудува околината, и реагира на одредени настани. интелигентни агенти исто така се применуваат за филтрирање и дистрибуција на електронска пошта и вести, потсетници за дневни обврски, Web аплети за електронска трговија и собирање на информации (пример за интелигентни агенти е даден во Додаток 4).



#### **Додаток 4: Агенти за планирање на патувања**

Планирањето на деловни патувања може да биде сложена задача која вклучува одбирање на лет, резервација на хотелска соба, и можна резервација на автомобил. Кога еднаш распоредот ќе биде подготвен, потребно е да се донесат и многу други одлуки кои се базирани врз минати искуства, како на пример дали да се патува со сопствен автомобил до аеродром или да се земе такси. Времето и напорот потребени за донесување на практични одлуки често ја надминуваат цената. Распоредите можат да се сменат, цените да се намалат по купувањето на билетот, може да има доцнење на летовите, а хотелската соба и изнајмениот автомобил може да бидат раздадени заради доцнењето. Сите овие дополнителни трошоци можат да бидат многу стресни за патникот.

За решавање на ваквите проблеми, развиен е систем за интегрирано патно планирање и мониторинг, наречен „Патувачки асистент“ (Travel Assistant), на Универзитетот на Јужна Калифорнија. Овој систем ги обезбедува неопходните податоци за правење на план за патување. Користи информативни агенти заради обезбедување на информации потребни за планирање на патувањето и мониторинг агенти заради откривање на било каква промена во оригиналниот план. Агентот за информации го зема соодветното барање за информација, се приклучува на соодветната веб страна, зема соодветни информации од веб страната, и ги враќа како XML документ за понатамошна обработка.

Мониторинг агентите се наоѓаат над информативните агенти и го следат статусот на распоредот. Ако откријат било каква информација која може да предизвика промени во распоредот (пример откажување или доцнење на летот), агентите ќе испратат порака до корисникот. Тие ги извршуваат задачите во точно определени интервали. Поголемиот дел од пораките испратени од агентите содржат: доцнење на лет, откажан лет, факс до хотел, пад на цената на билетот, и расположливи претходни летови.

## 5. ОСНОВНИ КОНЦЕПТИ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Експертските системи се компјутерски базирани системи кои користат експертско знаење заради изведување на висококвалитетни одлуки во одредена област на проблеми. Денес наоѓаат примена во многу области како на пример оданочнување, кредитна анализа, о држување на опрема, дијагностика на грешки, дијагностика и медицина и многу други (во суштина можна е нивна примена скоро во секоја област). Најчесто се популарни во големите и средни организации како главна алатка за подобрување на продуктивноста и квалитетот.

Главните концепти на експертските системи содржат неколку фундаментални прашања, вклучувајќи и што е тоа експертиза, кои се експертите, како експертизата може да биде пренесена, и како работи системот. Истите ќе бидат опишани во продолжение.

### Експерти

**Експертот** е личност која поседува специфично знаење, расудување, искуство, и методи, како и способност да ги употреби овие таленти за да дава совети и да решава проблеми. Работа на експертот е да се погрижи да биде обезбедено знаењето кое експертскиот систем, односно системот базиран на знаење ќе го користи. Експертот знае кои факти се важни и го разбира значењето на врските помеѓу нив. При дијагностицирање на проблем кај автомобилскиот електричен систем, на пример, еден експерт по механика знае дека каишот на алтернаторот може да се скине и да предизвика празнење на акумулаторот.

Засега не постои стандардна дефиниција за експерт, но начинот на донесување одлуки и степенот на знаењето кое се поседува, се вообичаените критериуми според кои се определува дали е некој експерт или не. Најчесто експерти имаат неколку главни карактеристики. Прво, мора да бидат во состојба да решаваат проблем и да достигнат степен на извршување значително подобар од просечното. Второ, експертите се релативни. Експерт од одредено време или област може да не биде експерт во некое друго време или област. Пример, адвокат во Њу Јорк, САД може да не е правен експерт во Пекинг, Кина. Еден студент на медицина може да биде експерт за болести во споредба со лаик во таа област, но не и во споредба со експерт во врвна болница. Експертите поседуваат експертиза која решава проблеми и

објаснува одредени феномени во областа на проблемите. Вообичаено, човечките експерти се способни да го прават следното:

- Препознавање и формулирање на проблемот.
- Решавање на проблемот брзо и точно.
- Објаснување на решението.
- Учење од искуство.
- Реконструирање на знаењето.
- Кршење на правила ако е неопходно.
- Определување на важноста.
- Достоинствено отстапување (свесност за ограничувањата на поединците).

## Експертиза

**Експертизата** е проширеното специфично знаење за одредена задача кое го поседува експертот. Степенот на експертиза го одредува начинот на одлучување. Експертизата често се стекнува преку вежби, читање или искуство од пракса. Вклучува експлицитно знаење, како што се теории научени од учебник или на училиште, и имплицитно знаење стекнато од искуство. Следи листа на некои типови на знаења кои се потребни за да се поседува експертиза:

- Теоретско знаење за доменот на проблемот.
- Правила и процедури кои се однесуваат на генералниот домен на проблемот.
- Правила (хевристички) за тоа што да се прави во дадена проблематична ситуација.
- Метазнаење (знаење за знаењето).
- Факти за областа на проблемот.

Експертите кои ги имаат повеќето или сите наведени видови на знаење, се способни да донесуваат подобри и побрзи одлуки за разлика од не-експертите во решавање на сложени проблеми. Експертизата често ги има следните карактеристики:

- Експертизата вообичаено е поврзана со висок степен на интелигенција, но не задолжително и со најпаметната личност.
- Експертизата е обично поврзана со огромен квантитет на знаење.
- Експертите учат од минати успеси и грешки.
- Експертското знаење е добро складирано, организирано, и лесно повторливо.
- Експертите, од искуство, може да откријат шаблони за решавање на одредени проблеми.

## Карактеристики на Експертските Системи

Експертските системи мора да ги имаат следните карактеристики:

- **Експертиза:** Како што е опишано погоре, експертите се разликуваат според степенот на експертиза. Експертските системи мора да ја поседуваат експертизата која ќе го оспособи системот да донесува одлуки на ниво на експерт.
- **Симболичко резонирање:** Основниот принцип на вештачката интелигенција е да користи симболичко резонирање наместо математички пресметки. Истото важи и за експертските системи. Односно, знаењето мора да се репрезентира симболички, и примарниот механизам за резонирање и сто така мора да биде симболички. Типичниот механизам за симболичко резонирање вклучува техники како: поврзување наназад (backward chaining) и поврзување нанапред (forward chaining), кои ќе биде опишани во продолжение.
- **Суштинско знаење:** Во експертскиот систем треба да е складирано (во база на знаење) комплексно знаење кое не е лесно да се најде помеѓу не-експерти.
- **Самоспознавање:** Експертските системи мора да бидат способни да го преиспитуваат сопственото резонирање и да објаснат зошто одреден заклучок е донесен. Повеќето експерти имаат големи способности за учење што им овозможува постојано да го ажурираат сопственото знаење. Експертските системи исто така треба да се способни да учат од сопствените успеси и грешки како и од други извори на знаење.

За да се сфати суштината на експертските системи во Табела 1 дадена е споредба помеѓу конвенционални системи и експертски системи.

<i>Табела 1. Споредба на Конвенционални Системи и Експертски Системи</i>	
<b>Конвенционални системи</b>	<b>Експертски системи</b>
Информациите и процесирањето обично се комбинираат во една секвенцијална програма.	Базата на знаење е јасно одделена од механизмот за процесирање (логичко заклучување), т.е. правилата на знаењето се одделени од управувањето.
Програмите не грешат (програмерите или корисниците прават грешки).	Програмата може да направи грешки.
Најчесто не нудат објаснување зошто влезните податоци се потребни или како се изведуваат заклучоците.	Објаснувањата се дел од повеќето експертски системи.
Неопходни се сите влезни податоци. Може да не функционира исправно ако недостасуваат податоци освен ако не е така планирано.	Не се потребни сите почетни податоци. Обично може да донесе разумни заклучоци од нецелосни податоци.

Табела 1. Споредба на Конвенционални Системи и Експертски Системи

Конвенционални системи	Експертски системи
Промените во програмата се макотрпни.	Лесно е да се направи промена во правилата.
Системот функционира само кога е комплетен.	Системот може да работи само со неколку правила (како прв прототип).
Извршувањето е базирано на чекор-по-чекор алгоритми.	Извршување се прави со користење на хевристика и логика.
Ефективна манипулација со големи бази на податоци.	Ефективна манипулација со големи бази на знаење.
Репрезентација и користење на податоци	Репрезентација и користење на знаење
Ефикасноста е најчесто главната цел	Ефективноста е главната цел
Лесно се справува со квантитативни податоци	Лесно се справува со квалитативни податоци
Користи нумеричка репрезентација на податоците.	Користи симболичка и нумеричка репрезентација на знаењето.

### Зошто ни се потребни експертските системи?

Постојат неколку причини за една компанија да воведо експертски систем. Прво, експертите во компанијата можат да се пензионираат или да заминат. Експертските системи се одлична алатка за документирање на професионалното знаење кое што е пресудно за конкурентноста. Второ, одредено знаење треба да биде документирано или испитано. Експертските системи се одлична алатка за документирање на професионалното знаење заради негово испитување и подобрување. Трето, едукацијата и обуката се важни, но тешки задачи. Експертските системи се добри алатки за обука на нови вработени и проширување на знаењето во организацијата. Конечно, често експертите се ретки и скапи. Експертските системи овозможуваат знаењето да биде пренесено полесно и на поевтин начин.

Секако, експертските системи не се вистински експерти. Тие имаат свои предности но исто така имаат и недостатоци. Во Табела 2 е дадена споредба помеѓу човечки експерти и експертски системи.

Табела 2. Разлики помеѓу Човечки Експерти и Експертски Системи

<b>Карактеристики</b>	<b>Човечки експерти</b>	<b>Експертски системи</b>
Смртност	Да	Не
Пренос на знаење	Тешко	Лесно
Документирање на знаење	Тешко	Лесно
Конзистентност на одлучувањето	Ниска	Висока
Единична цена	Висока	Ниска
Креативност	Висока	Ниска
Приспособување	Високо	Ниско
Подрачје на знаење	Широко	Тесно
Вид на знаење	Здрава логика и техничко	Техничко
Содржина на знаење	Искуство	Симболи



## 6. ПРИМЕНА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Експертските системи се применети во многу технолошки и бизнис области заради поддршка при донесувањето на одлуки. Тие најчесто, но не и исклучиво, имаат комерцијална примена во следните области:

1. Финансии: проценка на осигурување, кредитна анализа, планирање на даноци, анализи на финансиски извештаи, евалуација на перформанси.
2. Обработка на податоци: системско планирање, одбирање на опрема, одржување на опрема, проценка за набавка, менаџмент на мрежи.
3. Маркетинг: менаџмент на врските со клиентите, анализа на пазарот, планирање на производ, планирање на пазар.
4. Човечки ресурси: планирање на човечки ресурси, евалуација на перформансите, распоред на персонал, пензиски менаџмент, правно советување.
5. Производство: планирање на производството, менаџмент на квалитет, дизајн на производ, селекција на работните погони, одржување на опрема и поправки.

Денес постојат стотици илјади примери за примена на експертски системи во различни области, за што многу информации можат да се најдат со пребарување на Интернет. Во Табела 3 се прикажани неколку експертски системи кои имаат историско значење и нивна област на примена. Овие системи промовирале крупни новитети во развојот и функционирањето на експертските системи и нивните концепти се основа за развој на многу современи експертски системи:

Во Додаток 5 е прикажано едно сценарио како се користи еден експертски систем. Додаток 6 прикажува неколку современи примери за примена на експертските системи.

Табела 3. Примери на експертски системи

Експертски Систем	Организација	Област на примена
MYCIN	Stanford University	Медицинска дијагностика
XCOM	DEC	Конфигурација на системи
Expert Tax	Coopers & Lybrand	Планирање на даноци
Loan Probe	Peat Marwick	Евалуација на заеми (кредити)
La-Courtier	Cognitive Systems	Финансиско планирање
LMOS	Pacific Bell	Менаџирање на мрежи
Fish-Expert	North China	Дијагностицирање на болести

## Dendral

DENDRAL проектот бил инициран од Едвард Фигенбаум во 1965. Користел множество од резонирачки команди базирани на знаење или правила, заради дедукција на молекуларната структура на органски хемиски соединенија од веќе познати хемиски анализи и податоци од масен спектрометар. DENDRAL се покажа особено важен при демонстрирање на тоа како резонирањето базирано на правила може да се развие во моќна алатка и водеше до развој на други резонирачки програми базирани на правила на Stanford Artificial Intelligence Laboratory (SAIL), од кои најважен беше MYCIN.

## Mycin

MYCIN е експертски систем базиран на правила кој дијагностицира бактериски инфекции во крвта. Беше развиен од група истражувачи на Stanford University во 1970-тите. Со поставување на прашања и врзување наназад (backward chaining) низ базата од околу 500 правила, MYCIN може да препознае околу 100 предизвикувачи на бактериски инфекции. Ова му овозможува на MYCIN да препорача ефективен лек. Во контролиран тест, неговите перформанси беа оценети како еднакви со оние на човечки специјалист.

## Xcon

XCON е систем базиран на правила развиен од Digital Equipment Corporation, голем производител на мини- компјутери кој се соедини со Compaq Computers во 2000-та. Системот користи правила како помош при определување на оптималната системска конфигурација која ќе ги задоволи потребите на клиентите. Системот може за една минута да се справи со корисничко барање за кое вообичаено човек би потрошил 20-30 минути. Со експертскиот

систем, точноста на услугата се зголемува до 98% од рачниот пристап од 65%, поради што заштедувал милиони долари секоја година.

## Кредитна Анализа

Експертските системи беа развиени за ги потпомогнат потребите на комерцијалните институции за давање на кредити. Тие можат да помогнат при анализа на кредитот на клиентот и за предложување на соодветна кредитна линија. Правилата во базата на знаење исто така може да помогнат при проценка на ризикот и осигурителната полиса. Овој вид систем е применет во повеќе од една третина од врвните 100 комерцијални банки во САД и Канада.

## Советник за Пензиски Фондови

Nestle Foods Corporation има развиено експертски систем кој дава информации за пензискиот статус на вработените. Системот одржува редовно ажурирана база на знаење за да им даде совет на корисниците во однос на влијанието на регулативните промени и судирот со новите стандарди. Систем понуден на Интернет на The Pingtung Teacher's колеџот во јужен Тајван има функции кои им овозможуваат на корисниците да го планираат своето пензионирање низ што-ако (what-if) анализи со кои се пресметуваат нивните пензиски бенефиции во различни ситуации.



### Додаток 5: Пример за примена на експертските системи

Поддршка за корисници во Logitech. Logitech е компанија која се смета за една од најголемите светски производители на компјутерски глумчиња и Web камери. Поради тоа што нуди многу различни модели на глумчиња и Web камери, корисничката поддршка претставува голем предизвик. За да ги искористи интернетот и технологиите во интелегентните системи, компанијата разви интерактивен портал на знаење за да овозможи самостојна поддршка базирана на Web за QuickCam клиентите во Северна Америка. The noHold Knowledge Platform соодветствува со начинот на кој човек би се однесувал со клиент, дозволува корисникот да поставува прашања или да опишува проблеми на природен јазик, и продолжува со интелегентен разговор со корисникот се додека нема доволно информации за да даде еден точен одговор.

Кинескиот товарен железнички систем. Експертски систем кој беше развиен во Кина за да распоредува товарни вагони и одлучува што и колкава количина да се товари на секој вагон. ЕС е интегриран со постојниот MIS, и системот е дистрибуиран до многу корисници.

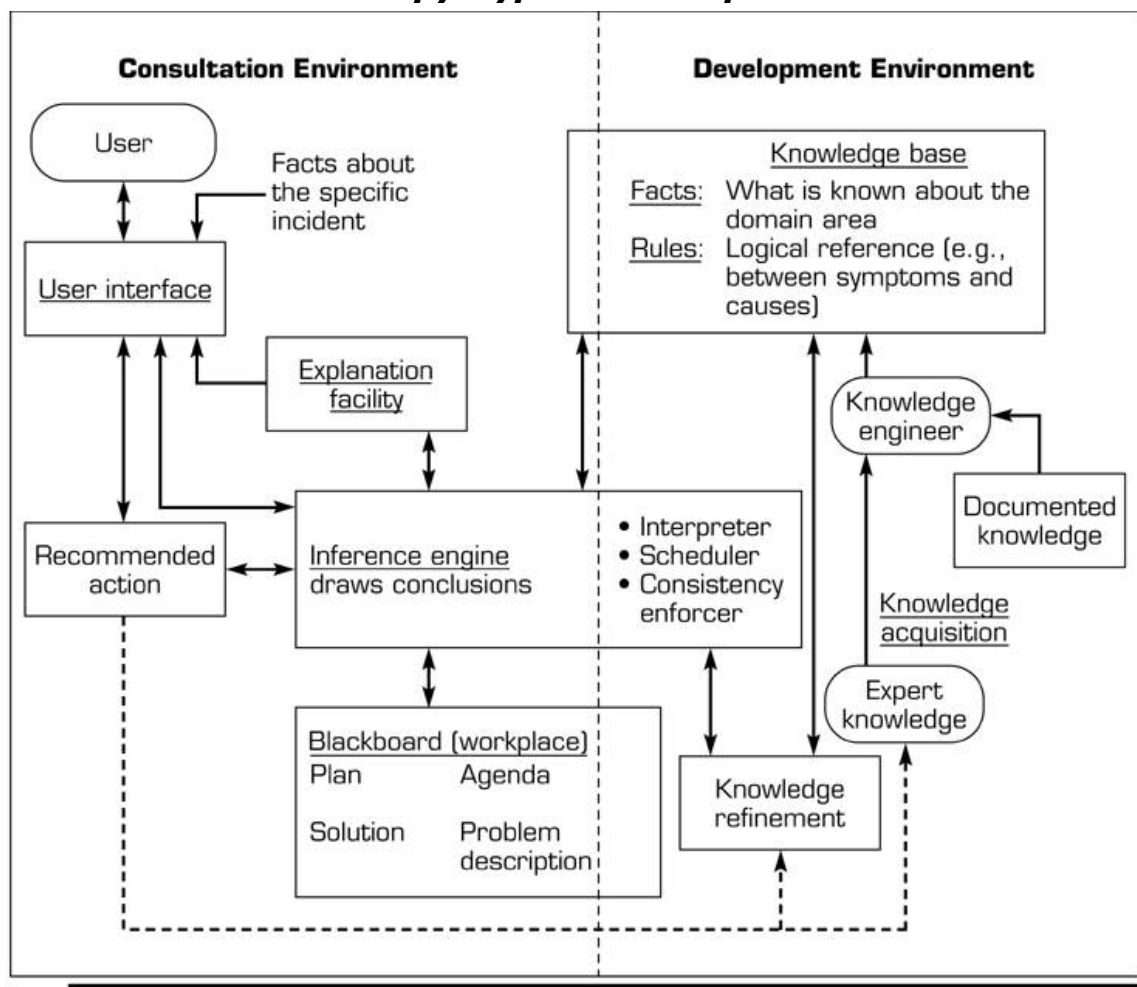
Предвидување на потрошувачката на електрична енергија. EnvaPower разви систем за предвидување на потрошувачката на електрична енергија, наречен MarketMonitor, кој користи техники од вештачка интелигенција за да собере, синтетизира и анализира голема количина на ф актори кои би можеле да влијаат врз потрошувачката на електрична енергија.



## 7. СТРУКТУРА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Експертските системи може да се рече дека имаат две околии: **развојна околина** и **работна околина** (Слика 3). Развојната околина се користи од страна на креаторот на ЕС за да ги создаде компонентите и да ја дополнува со знаење базата на знаење. Работната околина се користи од не-експертот за да се стекни со експертско знаење и совет. Овие околии можат да се одвојат тогаш кога системот ќе биде комплетен.

**Слика 3. Структура на Експертски Систем**



Трите најголеми компоненти кои се појавуваат во секој експертски систем се: **база на знаење, механизам за логичко заклучување и кориснички интерфејс.**

Експертскиот систем кој комуницира со корисниците може да ги содржи и следниве дополнителни компоненти:

- Подсистем за аквизиција на знаење.
- Табла (работна околина).
- Подсистем за објаснување.
- Систем за рафинирање на знаењето.

Повеќето експертски системи во моментот не содржат систем за рафинирање на знаењето. Следи краток опис на секоја компонента.

## **База на знаење**

**Базата на знаење** го содржи соодветното знаење неопходно за разбирање, формулирање и решавање на проблеми. Вклучува два базични елементи: (1) факти, како што е ситуацијата со одреден проблем и теорија од областа на проблемот, и (2) специјална хевристика или правила кои го насочуваат користењето на знаењето заради решавање на специфични проблеми во одредената област. Дополнително, механизмот за логичко заклучување може да вклучува правила за решавање на проблеми од општа намена и за донесување на одлуки.

## **Механизам за логичко заклучување (Inference Engine)**

Мозокот на експертските системи е **механизмот за логичко заклучување**, познат и како контролна структура за интерпретацијата на правила (во експертските системи базирани на правила). Оваа компонента во суштина е компјутерска програма која обезбедува методологија за резонирање во врска со информациите во базата на знаење и на таблата, како и за формулирање на заклучоци. Оваа компонента обезбедува инструкции за тоа како да се користи знаењето од системот преку развивање на агенда која ги организира и контролира чекорите превземени за решавање на проблемите.

## **Кориснички интерфејс**

Експертските системи содржат јазичен процесор за пријателска, проблемски ориентирана комуникација помеѓу корисникот и компјутерот. Оваа комуникација најдобро може да се изведе на природен јазик. Заради технолошки ограничувања, повеќето постоечки системи го користат пристапот прашање- одговор за комуникација со корисникот. Понекогаш се дополнети со менија, електронски форми и графици.

## Подсистем за аквизиција на знаење

**Аквизиција на знаењето** претставува акумулација, трансфер, и трансформација на експертизата за решавање на проблеми од експерт или документиран извор на знаење во компјутерска програма заради конструкција или проширување на базата на знаење. Потенцијални извори на знаење вклучуваат човечки експерти, книги, мултимедијални документи, бази на податоци, извештаи за специјални истражувања, како и информации достапни на Интернет.

Преземањето на знаење од експерти е комплексна задача која често создава проблеми при конструкцијата на експертските системи. При изградба на големи системи се јавува потреба од т.н. инженер на знаење кој има задача за интеракција со еден или повеќе човечки експерти при градењето на базата на знаење. Вообичаено инженерот на знаење го разјаснува експертското знаење во областа на проблемот преку интерпретирање и интегрирање на човечките одговори во вид на прашања, извлекување на аналогии, поставување против примери, и расветлување на концептуални проблеми.

### Табла

Таблата претставува област на работна меморија која претставува база на податоци за опишување на тековниот проблем како што е специфициран од влезните податоци; исто така се користи и за запишување на хипотези и одлуки. Постојат три типа на одлуки кои може да бидат запишани на таблата: план (начин на пристап кон проблемот), агенда (потенцијални постапки кои чекаат извршување) и решение (предлог хипотеза и алтернативни планови за акција кои системот дотогаш ги генерирал).

Ќе разгледаме еден пример. Кога вашата кола не работи, податоците за грешките преку корисничкиот интерфејс ги внесувате во компјутерот и тие се складираат во таблата. Како резултат на логичкото размислување на системот се дефинираат предлог хипотезите за решавање на проблемот, а компјутерот може да сугерира да направите некои дополнителни проверки (на пример: Проверете дали акумулаторот е правилно приклучен) и да известите за резултатите. Овие информации се запишуваат во таблата.

## Подсистем за објаснување

Способноста за следење на одговорноста за донесените заклучоци е клучна особина како за трансфер на експертизата така и за решавање на проблемите. **Подсистемот за објаснување** (т.н. оправдувач - Justifier) може да ги следи таквите одговорности и да го објасни однесувањето на експертскиот систем преку интерактивна комуникација одговарајќи на прашања како што се следните:

- Зошто одредено прашање беше поставено од експертскиот систем?
- Како беше постигнат одреден заклучок?
- Зошто одредена алтернатива беше одбиена?
- Кој е планот за да се постигне решение? На пример, што треба да се утврди пред да се определи конечната дијагноза.

Кај едноставните експертски системи, подсистемот за објаснување всушност ги покажува правилата кои што биле употребени за изведување (донесување) на соодветните препораки.

## **Систем за рафинирање на знаењето**

Човечките експерти имаат **систем за рафинирање на знаењето**; што значи, тие може да го анализираат сопственото знаење и неговата употреба, да учат од него, и да го подобрат за некои идни консултации. Слично, таква проценка е неопходна за компјутеризираното учење така што програмата ќе може да ги анализира причините за успехот или неуспехот на предложеното решение. Оваа проценка може да води до подобрување што ќе резултира со попрецизна база на знаење и поефективно логичко размислување. Ваквата компонента сеуште не е достапна во повеќето сегашни комерцијални експертски системи, но се развива во експерименталните експертски системи на неколку универзитети и истражувачки институции.

## 8. КАКО РАБОТАТ ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Од претходно опишаните компоненти базата на знаење и механизмот за логичко заклучување се најкритичните модули за правилно функционирање на експертскиот систем. Знаењето мора да биде соодветно прикажано и организирано во базата на знаење. Механизмот за донесување на заклучоци потоа може да го користи знаењето за донесување на нови заклучоци од веќе постојните факти и правила. Во оваа глава, ќе се запознаеме со структурата на базата на знаење и механизмот за логичко заклучување кај експертските системите базирани на продукциони правила, како наједноставен тип на експертски системи, кој најлесно може да се сфати.

### Презентација и организација на знаењето во базата на знаење

Експертското знаење мора да биде прикажано во компјутерски разбирлив формат и правилно организирано во базата на знаење на експертскиот систем. Постојат повеќе различни начини за претставување на човечкото знаење, вклучувајќи **продукциони правила, семантички мрежи и логички тврдења**. Кај системите базирани на правила, знаењето во базата на знаење е прикажано со IF-THEN правила кои ја комбинираат состојбата и заклучокот за манипулирање со специфична ситуација. IF делот ја индицира состојбата за активирање на правилото, а THEN делот ја покажува акцијата или заклучокот ако сите IF услови се задоволени.

Организацијата на знаењето ќе биде демонстриран на експертски систем објаснет во Додаток 6.



#### Додаток 6: Пример на експертски систем базиран на правила

Експертскиот систем базиран на правила содржи правила во базата на знаење. Правилата се користат за да се генерираат прашања за корисникот и да обезбедат препораки. Да претпоставиме дека имаме експертски системи кој дава препораки за notebook компјутери врз основа на потребите на купувачот. Ова се прашањата кои системот му ги поставува на купувачот:

- Која е основната задача која ќе ја извршувате на компјутерот ?

- Обработка на текст
- Комуникации
- Мултимедијални апликации

Одговор: 1 (одберете го првото квадратче (check box))

- Каде најчесто ќе го користите компјутерот?

- На работа
- При патување

Одговор: 2 (одберете го второто квадратче (check box))

- Колкав е вашиот буџет?

- под 1.0К,
- помеѓу 1.0–1.2К,
- над 1.2К

Одговор: 3 (одберете го третото квадратче (check box))

- Препорака на системот  
Би требало да купите IBM X30

Причини: Лесен е и посоодветен за обработка на текст и за вашите патни потреби, и исто така се вклопува во вашиот буџет.

Во примерот за селектирање на notebook компјутер, може да бидат дефинирани неколку правила за одбирање помеѓу Acer 320 и IBM X30:

*Правило 1:*

IF примарна цел = обработка на текст  
AND примарно користење = патување  
THEN барање за тежината = лесна

*Правило 2:*

IF примарна цел = обработка на текст  
AND примарно користење = канцеларија  
THEN барање за тежината = не е важно

*Правило 3:*

IF буџет  $\leq 12,000$   
AND буџет  $> 10,000$   
AND барање за тежината = лесна THEN  
NB модел = IBM X30

*Правило 4:*

IF буџет  $< 10,000$   
AND барање за тежината = не е важно  
THEN NB модел = Acer 320.

Предноста на користење на продукционите правила е тоа што тие се лесни за разбирање и лесно може да се додадат нови правила во базата на знаење без да се влијание врз постојните правила. Несигурноста поврзана со секое правило исто така може да се додаде заради зголемување на точноста.

Процесирање на несигурноста е друга тема која нема да биде дискутирана, бидејќи е надвор од контекстот на овие лекции.

Главна задача за развојот на експертските системи е да се обезбеди знаење од човечки експерти и да се претвори во продукциони правила кои ќе бидат управувани од механизмот за логичко заклучување. Механизмот за логичко заклучување одбира применливи правила од базата на знаење, ги интегрира и расудува за да донесе заклучок.

## **Механизам за логичко заклучување (inference engine)**

Кога и маме сложени одлуки, експертското знаење често не може да се претстави со единствени правила. Наместо тоа, правилата може да бидат динамично поврзани за да покријат голем број на состојби. Процесот на поврзување на повеќекратни правила врз основа на достапни податоци се вика логичко заклучување. Компонентата која раководи со логичкото заклучување во експертскиот систем е наречена механизам за логичко заклучување. Два најпопуларни пристапи за логичко заклучување се поврзување нанапред (forward chaining) и поврзување наназад (backward chaining). Има и други стратегии за логичко размислување, како резонирање базирано на случај (case-based), и други напредни техники, но нема да бидат дискутирани во рамките на овие лекции.

### ***Поврзување нанапред (Forward Chaining)***

Поврзувањето нанапред најпрво го бара IF делот од првото правило. Кога сите IF услови се исполнети, се избира правило за изведување на заклучокот. Ако заклучокот изведен од првата фаза не е конечен, тогаш тој се користи како нов факт за поврзување со IF условите од останатите правила за да се најде покорисен заклучок. Овај процес продолжува се додека не се добие крајниот заклучок.

Користејќи ја базата на правила за избор на notebook од претходниот пример, поврзувањето нанапред ги проверува двата IF услови поврзани со Правилата 1 и 2: дали примарната цел е обработка на текст, и дали примарно користење е во канцеларија или при патување. Ако задачата е обработка на текст и се користи при патување, тогаш се применува Правило 1 и препорака за тежината е поставена на лесна. Бидејќи препораката за тежина не е главната цел, механизмот за логичко заклучување продолжува да ја пребарува базата на знаење и наоѓа дека еден IF услов од Правилото 3 се совпаѓа со заклучокот од Правилото 1. Бидејќи Правилото 3 има повеќе IF услови кои треба да бидат проверени, механизмот за логичко заклучување го активира Правилото 3 и проверува дали цената е задоволителна. Ако условот за цената е исто така задоволен, тогаш Правилото 3 ќе биде активирано и системот ќе го препорача IBM X30 на корисникот. Секвенцата за активирање на правила во базата на правила е Правило 1 → Правило 2 → Правило 3 или 4 (во зависност од резултатот на претходниот чекор). Табела 4 ја покажува интеракцијата со корисникот.

### **Поврзување наназад (Backward Chaining)**

Поврзувањето наназад е обратно од поврзувањето нанапред. Започнува од заклучокот и хипотезата дека заклучокот е вистинит. Механизмот за логичко заклучување ги идентификува IF условите неопходни за донесување на вистинитиот заклучок, и ги лоцира факти за да провери дали IF условите се вистинити. Ако сите IF услови се вистинити тогаш се избира правилото и се донесува заклучокот. Ако некои од условите се неточни, тогаш правилото се отфрла и се зема следното правило за втора хипотеза. Ако ниеден од фактите не докажат дека IF условите се вистинити или неистинити, механизмот за логичко заклучување продолжува да бара правила чии заклучоци ќе се совпаднат со не одлучените IF услови за да се направи чекор напред во проверката на условите. Слично, овој процес на поврзување продолжува се додека не се најде множеството од правила со кои може да се донесе заклучок или да се докаже неможност за донесување на заклучокот.

Користејќи го истиот пример, процесот на донесување логички заклучок на поврзувањето наназад започнува од Правило 3. Механизмот за логичко заклучување претпоставува дека IBM X30 е производ кој треба да се препорача и ги проверува IF условите за "потребна тежина" и "буџет". Бидејќи барањето за тежината е заклучокот од Правилата 1 и 2, механизмот за логичко заклучување ги поврзува овие две правила со Правилото 3. Секвенцата за активирање на правилата во овој случај е Правило 3 → Правило 1 → Правило 2. Табелата 4 ја покажува комуникацијата со корисникот.

Табела 4 Консултански сесии користејќи различни стратегии за логичко заклучување

#### **Поврзување нанапред**

- Која е примарната цел за користење на notebook компјутерот?

- Обработка на текст
- Комуникации
- Мултимедијални апликации

-Каде најчесто ќе го користите notebook компјутерот?

- Канцеларија
- Патување

- Со колкав буџет располагате?

- под 1.0К
- помеѓу 1.0 и 1.2К
- над 1.2К

#### **Поврзување наназад**

- Со колкав буџет располагате?

- под 1.0К
- помеѓу 1.0 и 1.2К
- над 1.2К

- Која е примарната цел за користење на notebook компјутерот?

- Обработка на текст
- Комуникации
- Мултимедијални апликации

-Каде најчесто ќе го користите notebook компјутерот?

- Канцеларија
- Патување

**Препораки на системот:**

*Би требало да купите IBM X24*

**Причини:** лесен е и попогоден за обработка на текст и потреби при патување, а и се вклопува во буџетот

**Препораки на системот:**

*Би требало да купите IBM X24*

**Причини:** лесен е и попогоден за обработка на текст и потреби при патување, а и се вклопува во буџетот

**Развоен Процес кај Експертските Системи**

Развивањето на експертските системи е процес на извлекување на знаење од експертите и зачувување на истото во базата на знаење. Бидејќи човечките експерти може да не сакаат или да не можат јасно да го изразат своето знаење, аквизицијата на знаење претставува критична и тешка задача.

Типичен процес за развивање на еден експертски систем вклучува аквизиција на знаењето, претставување на знаењето, селекција на алатки за развој, правење на прототип на системот, проценка и усовршување. Бидејќи механизмот за логичко заклучување е сличен кај повеќето системи, **школките на експертските системи (expert system shells)** се корисни алатки со кои може за многу кратко време да се имплементира систем базиран на правила (rule-based). Школката на експертскиот систем е експертски систем без знаење во базата на знаење. Системот започнува со работа веднаш штом ќе се складира знаење во базата на знаење.



## 9. ОБЛАСТИ ПОГОДНИ ЗА ПРИМЕНА НА ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ

Експертските системи можат да се класифицираат на неколку начини. Еден начин е според основната област на проблемите на кои се однесуваат. Генеричките категории на експертски системи според областа на проблеми на која се однесуваат се прикажани во Табела 5. Некои експертски системи припаѓаат на две или повеќе категории. Следи краток опис за секоја од категориите:

<i>Табела 5. Генерични категории на експертските системи</i>	
<b>Категорија</b>	<b>Проблем на кој се однесуваат</b>
Интерпретација	Опис на ситуација за заклучување од набљудувања.
Предвидување	Соодветно заклучување според последиците од дадени ситуации.
Дијагноза	Систем за заклучување на неправилно функционирање од набљудување.
Дизајн	Конфигурирање на објекти под одредени ограничувања.
Планирање	Развивање на планови за постигнување на одредени цели.
Мониторинг	Споредба на набљудувањата со плановите, бележење на исклучоците.
Отстранување на грешки (Debugging)	Одредување на решенија за одредено неправилно функционирање.
Поправка	Извршување на план за извршување на наложеното решение.
Инструкции	Дијагноза, отстранување на грешки, и корекција на изведбата на студентот.
Контрола	Интерпретација, предвидување, поправка, и мониторинг на однесувањето на системот

**Системите за интерпретација** донесуваат заклучоци за опишаните ситуации од набљудување. Оваа категорија вклучува надгледување, разбирање на говор, анализа на слики, интерпретација на сигнали и многу видови на анализи на интелигенција. Системот за интерпретација ги објаснува набљудуваните податоци доделувајќи им симболички значења кои ја опишуваат ситуацијата.

**Системите за предвидување** вклучуваат временска прогноза, демографски предвидувања, предвидувања за сообраќајот, проценки за сеидбите, и воени, маркетинг и финансиски прогнози.

**Системите за дијагноза** вклучуваат медицински, електронски, механички, и софтверски дијагнози. Системот за дијагноза обично ги поврзуваат неправилностите во набљудуваното однесување со потенцијалните причини.

**Системот за дизајн** развиваат конфигурации на објекти кои ги задоволуваат ограничувањата на дизајнерскиот проблем. Ваквите проблеми вклучуваат проектирање на струјни кола, проектирање на згради, проектирање на постројки и сл. Системот за дизајн конструираат опис на објекти со различни меѓусебни врски и потврдуваат дека конфигурациите ги задоволуваат дадените ограничувања.

**Системот за планирање** се специјализирани за планирање на проблеми, како што е автоматското програмирање. Тие исто така обработуваат и краткорочни и долгорочни планирања во области како што е проектен менаџмент, комуникации, развој на производи, воени апликации, и финансиско планирање.

**Мониторинг системите** ги споредуваат опсервациите од однесувањето на системот со стандарди кои се пресудни за успешно постигнување на целта. Овие пресудни карактеристики кореспондираат со потенцијалните недостатоци во планирањето. Има многу компјутерски потпомогнати мониторинг системи почнувајќи од контрола на воздушен сообраќај па се до менаџмент на буџетски задачи.

**Системот за отстранување на грешки** (Debugging Systems) се потпираат на планирањето, дизајнирањето и способноста за предвидување, за создавање на спецификации или препораки за коригирање на дијагностицираниот проблем.

**Системот за поправка** развиваат и извршуваат планови за управување со решенијата за одредени дијагностицирани проблеми. Овие системи инкорпорираат отстранување на грешки, планирање, и способност за извршување.

**Системот за инструкции** инкорпорираат подсистеми за дијагноза и отстранување на грешки кои се однесуваат на потребите на студентот. Најчесто овие системи започнуваат со конструирање на хипотетички опис на

знаењето на студентот кое го објаснува неговото или нејзиното однесување. Потоа се дијагностицираат слабостите во знаењето на студентот и се идентификуваат соодветните решенија за надминување на недостатоците. На крај се планира интерактивен туторијал наменет да за дополнување на знаењето на студентот.

**Системите за управување** управуваат со севкупното однесување на системот. За ова да се направи, системот за управување мора постојано да ја интерпретира тековната ситуација, да ја предвидува иднината, да ги дијагностицира причините за очекуваните проблеми, да формулира план за поправање на грешките, и да го надгледува неговото извршување за да го осигури успехот на истиот.

Не сите задачи вообичаено најдени во секоја од овие категории се погодни за експертските системи. Сепак, постојат илјадници одлуки кои може да се вклопат во овие категории.



# 10. ПРИДОБИВКИ И МОЖНОСТИ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Илјадници експертски системи се користат денес во скоро секоја индустрија и во секоја функционална област. Многу експертски системи имаат далекосежно влијание, намалувајќи го времето за извршување на задачите од денови во саати, минути, или секунди, и дека практичните придобивки од системите вклучуваат зголемена сатисфакција на клиентите, подобрен квалитет на производите и услугите, и точно и конзистентно одлучување. За многу фирми, експертските системи станаа неопходна алатка за ефективен менаџмент. Главните потенцијални придобивки на ЕС се дискутирани во продолжение.

## **Зголемено производство и продуктивност**

ЕС можат да работат побрзо од луѓето. На пример, претходно опишаниот експертски систем XCON и овозможи на компанијата DEC да го зголеми производството на VAX компјутери четири пати.

## **Намалено време за одлучување**

Користејќи ги препораките од експертските системи, човекот може да донесува одлуки многу побрзо. На пример, претставниците од Американ Експрес донесуваат одлуки за одобрување на сметка за помалку од пет секунди, споредено со трите минути пред имплементацијата на експертски систем. Оваа особина е важна за поддршка на првичните одлуки кои мора брзо да се донесат уште за време на комуникацијата со клиентите.

## **Зголемен процесен и произведен квалитет**

ЕС може да го зголеми квалитетот на производите и процесите преку овозможување на конзистентни совети и редуцирање на големината и бројот на грешките. На пример, XCON го намали бројот на грешки при конфигурацијата на VAX мини компјутерите согласно нарачките од клиентите од 35% на 2% (првично— дури и помалку во следните верзии), зголемувајќи го со тоа квалитетот на миникомпјутерите.

## **Редуцирање на непродуктивното време**

Многу експертски системи се користат за дијагностицирање на неправилното функционирање и одредување на начини за поправка. Со користењето на експертски системи се овозможува и значајно намалување на непродуктивното време. На пример, на нафтена платформа еден загубен ден може да чини дури до \$250.000. Експертски систем наречен Советник за бушење (Drilling Advisor) е развиен за детекција на неисправностите на нафтената платформа. Овај систем заштеди значајна сума на пари за компанијата со значајно редуцирање на непродуктивното време.

## **Апсорпција на дефицитарна експертиза**

Дефицитарноста на експертизата станува очигледна во ситуации кога нема доволно експерти за дадена задача, експертот треба да се пензионира или да ја напушти работата, или експертизата е неопходна за географски широка област.

## **Флексибилност**

Експертските системи можат да понудат флексибилност и во производната индустрија и во онаа која нуди одредени услуги.

## **Полесно ракување со опрема**

Експертските системи ја прават комплексната опрема полесна за ракување. STEAMER беше еден од првите експертски системи наменет за обука на неискусните работници да ракуваат со комплексните бродски мотори. Друг пример е експертски систем развиен за Shell Oil Company за обука на луѓе за користење на комплексни компјутерски програми.

## **Елиминирање на потребата за скапа опрема**

Често човекот мора да се потпира на скапи инструменти за мониторинг и контрола. Експертскиот систем може да ги изведува истите задачи со поевтини инструменти заради способноста побрзо и подетално да ја испитаат информацијата добиена од инструментите.

## **Оперирање во ризични околии**

Многу задачи мораат да се извршат во ризични средини. Експертскиот систем може да овозможи избегнување на ваквите средини. Овозможува работниците да избегнат жешки, влажни, или токсични средини, како на пример нуклеарна централа која не функционира правилно. Оваа особина е екстремно важна при воени конфликти.

## **Достапност до знаењето и секциите за помош**

Експертските системи го прават знаењето широко достапно, а со тоа ги ослободуваат експертите од рутинската работа. Корисниците може да го испитуваат системот и да добиваат корисни совети.

## **Способност за работа со нецелосни и несигурни информации**

Спротивно на конвенционалните компјутерски системи, експертските системи, како и човечките експерти, можат да работат со некомплетни, непрецизни, несигурни податоци, информации или знаење. Корисникот може да одговори со „не знам“ или „не сум сигурен“ на едно или повеќе прашања од системот за време на консултациите, и експертскиот систем сеуште би бил способен да даде одговор, иако можеби тој одговор нема да биде сигурен.

## **Обезбедување на обука**

Експертските системи може да обезбедуваат обука. Новите работници кои се подучуваат со експертски систем стекнуваат се повеќе и скуство. Објаснувањата исто така може да користат како инструмент за учење, како и забелешките и објаснувањата вметнати во базата на знаење.

## **Подобрување на процесите за решавање на проблеми и донесување на одлуки**

ЕС го подобруваат процесот на решавањето на проблеми така што дозволуваат расудувањето на врвните експерти да се интегрира во анализата. На пример, експертски систем наречен Статистички навигатор (Statistical Navigator) е развиен за да им помогне на новите работници да ги користат статистички комплексни компјутерски пакети.

## **Подобрен процес на одлучување**

Експертскиот систем овозможува брза повратна информација за последиците од донесените одлуки, олеснета комуникација помеѓу луѓето кои одлучуваат во еден тим, и дозволува брз одговор на непредвидените промени во средината, со што е овозможено подобро разбирање на ситуациите каде треба да се донесе одлука.

## **Подобар квалитет на одлуките**

Експертските системи се веродостојни. Тие не се уморуваат или досадуваат, не боледуваат, или пак штрајкуваат, и не се расправаат со својот газда. Експертските системи постојано внимаваат на деталите и не превидуваат релевантна информација и потенцијални решенија, заради што помалку грешат. Исто така, експертските системи ги нудат истите препораки за проблемите што се повторуваат.

## **Способност за решавање на комплексни проблеми**

Еден ден експертските системи можеби ќе можат да објаснат сложени проблеми чие решение е над човечките можности. Некои експертски системи веќе се способни да решаваат проблеми кои бараат домен на знаење поширок од знаењето на било која индивидуа. Ова им овозможува на оние кои донесуваат одлука да стекнат контрола над сложени ситуации и да го подберат оперирањето со комплексните системи.

## **Трансфер на знаење до оддалечени локации**

Една од најголемите потенцијални придобивки на експертските системи е лесниот начин на пренесување на знаење на оддалечени локации и преку меѓународни граници. Пример за ваков експертски систем за трансфер на знаење е експертски систем за лечење на очни болести (за дијагноза и препорака на третман) развиен во Rutgers универзитетот во соработка со Светската здравствена организација. Програмата е имплементирана во Египет и Алжир, каде што се распространети сериозни очни болести, но очните специјалисти се ретки. РС програмата е базирана на правила и може да се ракува од медицинска сестра, лекарски помошник, или лекар од општа пракса. Исто така и интернетот денес нашироко се користи како медиум за пренесување на "услугите" на различни експертски системи до голем број на корисници на оддалечени локации, што поопширно ќе биде објаснето во наредните поглавја.

## **Подобрување на други информационални системи**

Експертските системи често обезбедуваат дополнителни интелегентни можности за други информационални системи. Многу од овие бенефиции водат кон подобро одлучување, подобрени производи и услуги за клиентите, и стратешка предност на пазарот. Некои дури можат и да го подберат имиџот на организацијата.

# 11. ПРОБЛЕМИ И ОГРАНИЧУВАЊА НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Секако дека покрај наведените во претходното поглавје придобивки од користењето на експертски системи, постојан низа проблеми кои се наведени во продолжение и кои го забавуваат комерцијалното ширење на експертските системи.

- Знаењето не е секогаш веднаш достапно.
- Може да биде тешко да се извлече експертизата од луѓето.
- Пристапот на секој од експертите кон дадена ситуација може да биде различен, но сепак точен.
- Тешко е, дури и за многу вешт експерт, да ги издвои добрите проценки за дадена ситуација кога постои временско ограничување.
- Повеќето експерти немаат непристрасни средства за проверка на точноста на нивните заклучоци.
- Речникот, или жаргоните што експертите го користат за изразување на фактите и релациите често се ограничени и неразбирливи за другите.
- Корисниците на експертските системи имаат природни когнитивни ограничувања.
- Експертските системи работат добро само во ограничена област на знаење.
- Често е потребна помош од инженери на знаење, кои се ретки и скапи, факт кој влијае на зголемување на цената за конструкција на експертските системи.
- Недостатокот на доверба кај дел од крајните корисници може да претставува бариера за користење на експертски системи.

И последно, но не и неважно, експертските системи може да не се во можност да донесат заклучок. На пример целосно развиениот XCOM експертски систем, првично не можел да исполни околу 2% од нарачките кои му биле поднесени. Уште повеќе, експертските системи, како и човечките експерти понекогаш даваат неточни препораки.

Денес, www е главната олеснителна околност што помага да се надминат неколку од наведените ограничувања на експертските системи. Можноста за распространување преку www до пошироката јавност ги прави експертските системи поекономични. Од ова следува дека повеќе пари може да се потрошат за подобрување на системите.

Проучувањата на долготрајноста на комерцијалните експертски системи, покажуваат дека само една третина од сите комерцијални експертски системи опстануваат повеќе од 5 години. Краткиот рок на толку многу системи во главно не може да се препише на незадоволување на техничките перформанси или економските услови. Наместо тоа, менаџерските прашања, како што е неприфатливоста на системите од страна на корисниците, неспособноста да се задржат програмерите на експертските системи, проблемите кои се јавуваат при премин од развој кон одржување, промената на приоритетите на организацијата и сл., се најзначајни фактори кои доведуваат до долгорочна неупотребливост на експертските системи. Правилниот менаџмент при развојот и употребата на експертските системи може во пракса да ги разреши повеќето од овие прашања.

Овие ограничувања јасно покажуваат дека денешните експертски системи не можат да му конкурираат на општото интелегентно однесување на луѓето. Сепак, некои од овие ограничувања ќе се намалат или исчезнат со развојот на технологијата.

## 12. ФАКТОРИ ЗА УСПЕХ НА ЕКСПЕРТСКИТЕ СИСТЕМИ

Постојат повеќе причини зошто еден експертски систем е успешен односно неуспешен во пракса. Како и со многу други менаџерски информациона системи, два најкритични фактори се вклучување на корисникот при развојот на системот и обуката. Многу студии покажаа дека нивото на вклученост на менаџментот и директниот корисник во развојот на системот директно влијаат врз степенот на успех на секој менаџерски информациона систем, особено на експертските системи. Сепак, овие фактори сами по себе не се доволни за да гарантираат успех, па исто така треба да бидат земени предвид и следниве фактори:

- Нивото на знаење треба да биде исклучително високо.
- Експертиза мора да биде поддржана од најмалку еден експерт кој ќе соработува.
- Проблемот кој ќе се решава потребно е да биде повеќе квалитативен отколку квантитативен (во спротивно, би требало да се користи нумерички пристап за решавање на проблемот).
- Проблемот мора да биде доволно ограничен во својот опсег.
- Корисничкиот интерфејс мора да биде интуитивен и лесен за користење од страна на новите корисници.
- Проблемот мора да биде доволно важен и тежок за да има потреба од имплементација на експертски систем.
- Карактеристиките на развојната школка на експертскиот систем се исто така многу важни. Школката мора да е висококвалитетна и природно да го складира и да манипулира со знаењето.
- Развивачите на експертскиот систем треба да високо стручни, но и со добри комуникациски вештини.
- Треба да се земе предвид влијанието на експертскиот систем како основа за подобрување на работата на крајните корисници. Влијанието треба да биде поволно. Ставот и очекувањата на крајните корисници треба да се земат предвид.
- Менаџерската поддршка мора да е константна.

Менаџерите кои се обидуваат да воведат експертски системи во нивните организации, мора да создадат програми за обука на крајните корисници со што ќе го демонстрираат потенцијалот на експертскиот систем како бизнис алатка. Како дел од кампањата за менаџерска поддршка, во организацијата треба да се креира позитивен став кон усвојување на нови технологии.

Бизнис апликациите на експертски системи често се оправдани според нивното стратешко влијание во однос на постигнување на конкурентна предност, а не по нивната придобивка во однос на цената. Главната вредност на експертскиот систем се темели на акумулацијата и распространувањето на квалификациите и знаењето од експертско ниво, заради подобрување на квалитетот и конзистентноста на бизнис операциите.

Најпопуларни и најуспешни експертски системи се оние кои работат со добро дефинирани, структурни апликации, или пак оние каде што не се потребни повеќе од неколку стотици правила, како што е случај со производствената сфера. Експертските системи не се толку успешни каде што апликациите имаат потреба од инстинкти и пресудување врз база на искуство, како што е областа на менаџмент со човечки ресурси или каде што има илјадници правила и исклучоци.

Експертските системи кои опстојуваат со текот на времето, ја менуваат природата на задачите и работите на корисниците на начин на кој ги мотивира континуирано да го користат системот. Овие алатки им нудат на корисниците поголемо чувство на контрола, ја зголемуваат разновидноста на работата или го намалуваат чувството на слугување во работата. Експертските системи им овозможува на корисниците да ги извршуваат задачите многу поквалитетно или да воведат сопствен начин на изведување на задачите. Денес кога идејата за воведување на експертски системи е зачната (во голема мера и апсолвирана), од суштинско значење пред развојот на системот е да се даде проценка на неговото влијание врз мотивацијата на корисникот. Доколку крајниот резултат од ваквата проценка индицира на најверојатно негативен исход, повторно треба да се разгледа практичноста на развојните напори – експертските системи чија “мотивација за користење” е негативна не опстојуваат долго.

# 13. ВИДОВИ НА ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ

Постојат повеќе видови на експертски системи. Притоа, нивната класификација по видови назначи дека еден експертски систем припаѓа на само еден вид, наспротив еден експертски систем може по своите карактеристики истовремено да припаѓа на неколку категории.

## **Експертски систем наспроти Систем базиран на знаење**

Во однос на оваа класификација, веќе дефиниравме дека експертскиот систем е систем чие однесување е толку софистицирано така што лицето чии перформанси наликуваат на таквото однесување може да се нарече експерт. Претходно спомнатите MYCIN и XCON се добри примери за експертски системи. Добро обучени професионалци дијагностицираат крвни болести (MYCIN) и конфигурираат комплексни мини компјутери (XCON). Овие системи навистина имаат намера да ги заменат најдобрите човечки експерти.

Во комерцијалниот свет, сепак, постојат системи кои можат ефективно и успешно да изведуваат задачи за кои нема потреба од експерт. Ваквите системи се наречени "системи базирани на знаење" (или уште познати како советнички системи, системи на знаење, или интелигентни системи за помош). Како пример ќе го разгледаме системот кој дава совети за примање на вакцина при патување во странство. Овој совет зависи од многу атрибути како што се возраста, полот, здравјето на патникот како и дестинацијата каде што се патува. За да се даде ваков совет треба да се поседува одредено знаење, но сепак не мора да се биде експерт. Во тој случај, најчесто целото релевантно знаење е документирано во прирачници достапни во повеќето јавни здравствени организации (во само 1 до 2% е неопходно да се консултира лекар). Друг пример се автоматизирани секции за помош за што подетално објаснување е дадено во Додаток 7.

Во реалноста разликата помеѓу двата вида експертски системи не мора да биде толку остра. Многу системи вклучуваат и документирано знаење и не документирана експертиза.

Во основа, според тоа колку експертиза е вклучена во системите истите може да се класифицираат во една или друга категорија. Системите на знаење може да се конструираат многу побрзо и поевтино од експертските системи.



### **Додаток 7: Автоматизација на секциите за помош**

Милиони вработени работат како оператори во информативните центри на разни организации и се во директен контакт со клиентите. Честопати клиентите се фрустрирани бидејќи сите линии се зафатени кога го бараат информативниот центар („Сите оператори се зафатени. Вие сте важни за нас, Ве молиме почекајте. Ке бидете услужени најбрзо што може“). Исто така, добиената информација може и да не биде точна. Решението е да се автоматизираат секциите за помош со користење на експертски систем.

Пример за тоа е Color Tile Company која го користи Expert Advisor (од Software Artistry Inc.). Порано, операторите мораа да пребаруваат низ бројни прирачници за да дадат совет како да се решат проблеми со POS терминалите во некоја од многуте продавници на Color Tile. Со употребата на експертски систем операторот може да го определи решението на проблемот многу побрзо и попрецизно. Такви системи сега се достапни за вработените на компанискиот интранет, а за клиентите на Интернет.

## **ЕС базирани на правила**

Многу од комерцијалните експертски системи всушност се експертски системи базирани на правила, затоа што технологијата на овие системи е добро развиена и развојните алатки може да се користат од крајните корисници. Во ваквите системи знаењето е претставено како низа од (if-then) правила.

## **Системи базирани на рамки**

Кај системите базирани на рамки, знаењето е претставено со рамки, а за репрезентација се користи истиот пристап како и кај објектно-ориентираното програмирање.

## **Хибридни системи**

Хибридните системи вклучуваат неколку пристапи за репрезентација на знаењето, каде што минимумот вообичаено вклучува рамки и правила. Понекогаш и понапредни техники на вештачката интелигенција како невронски мрежи или fuzzy логика се дополнети кон правилата и рамките, со цел за да се овозможи давање на подобри совети.

## **Системи базирани на модели**

Системите базирани на модели се организирани околу модел кој ја симулира структурата и функцијата на системот што се проучува. Моделот се користи за пресметување на вредности кои се споредуваат со набљудуваните вредности. Резултатите од споредбата активираат одредена акција (ако е потребна) или понатамошна дијагноза.

## **Готови системи за општа намена (off-the-shelf)**

Експертските системи можат да бидат изработени по нарачка за да ги задоволат специфичните барања на корисникот или можат да се набават како пакети кои се однапред креирани и се за општа намена. Готовите системи најчесто се произведуваат во масовни количини, па затоа нивната цена е значајно помала од онаа на системите по нарачка. Тие можат да се користат веднаш по купувањето (неколку се достапни и на Web). За жал, готовите системи по природа се многу општи и советот што го даваат може да не е корисен во дадена комплексна ситуација. Сепак, нивната популарност расте со опаѓање на цената додека нивните можности се зголемуваат. Постојат два вида на готови системи: оние со општа намена и оние кои се специфични (во однос на индустрија, држава, производ).

## **Експертски системи во реално време**

Кај експертските системи во реално време, поставено е строго ограничување на времето кое е потребно системот да даде одговор, така што тоа мора да биде доволно брзо за да се контролира процесот кој се обработува. Со други зборови, системот секогаш дава одговор во потребното време.



# 14. ЕКСПЕРТСКИ СИСТЕМИ НА ИНТЕРНЕТ

Врската меѓу експертските системи и Интернетот може да се подели во две категории. Првата е користењето на експертски системи на Интернет (веб). Во овој случај вебот ги поддржува апликациите на експертските системи (нивното развивање и користење). Втората е поддршката што експертските системи (и другите методи на вештачка интелигенција) му ја даваат на интернет апликациите.

## Користење на ЕС на Web

Една од првите причини за развојот на ЕС беше неговиот потенцијал за обезбедување на знаење и совети за голем број на корисници. Бидејќи знаењето се пренесува до многу луѓе, трошокот по корисник станува мал што го прави експертскиот систем многу привлечен. Сепак, постигнувањето на оваа цел се покажа како многу тешко. Бидејќи советодавните компјутерски системи не се користат често, потребен е голем број корисници за да нивното конструирање стане исплатливо. Како резултат на тоа многу малку експертски системи пренесуваат знаење до многу корисници.

Широката распространетост и употреба на Интернетот (посебно вебот) дава можност за пренесување на експертизата и знаењето до пошироката јавност. Преку имплементирањето на експертските системи (и другите интелигентни системи) како сервери за знаење, станува економски изводливо и профитабилно да се објавува експертизата на веб. Експертски системи кои работат на сервер можат да поддржат голема група на корисници кои комуницираат со системот преку веб. Корисничкиот интерфејс базиран на веб протоколи и употребата на пребарувачите, обезбедуваат пристап до серверите на знаење. На веб локацијата на Exsys ([www.exsys.com](http://www.exsys.com)) можете да испробате интелигентни банер, кој ги интегрира можностите на експертскиот систем со веб банер (види Додаток 8).

Експертскиот систем може да биде пренесен преку веб, не само до човечки корисници, туку и до други компјутеризирани системи, вклучувајќи ги и системите за поддршка при донесување на одлуки (Decision Support Systems), роботика и бази на податоци. Останатите можности за поддршка од веб на експертските системи, вклучуваат конструкција на системот. Овде соработката меѓу програмерите, експертите и инженерите на знаење може да биде преку веб, од различни локации, олеснета со користење на софтвер за колективното работење на Интернет. Ова може да го намали трошокот за

изградба на експертски систем. Трошоците за аквизиција на знаењето може да се намалат, на пример во случаи каде што има неколку експерти или каде што експертот е на различна локација од инженерот на знаење. Одржувањето на знаењето исто така може да се олесни со користење на Web, што може да биде многу корисно за корисниците.

Конечно, вебот може во голем степен да го поддржи ширењето на експертските системи базирани на мултимедија. Таквите системи, наречени интелимедија системи (intelimedia systems), ја поддржуваат интеграцијата на обемните мултимедиски апликации со експертски системи. Ваквите системи можат да бидат многу корисни за оддалечени корисници, како што се оние во туристичката индустрија, или пак при дијагноза на грешките во опремата кои се случуваат на далечина.

Друг аспект на врската меѓу експертските системи и Интернетот е поддршката што експертските системи и другите технологии на вештачката интелигенција можат да му ја дадат на Интернетот. Главните придонеси на експертските системи за Интернетот се сумирани во Табела 6.



**Додаток 8: Интелигентен банер: Веб базиран експертски систем за избор на ресторан**

Одбирањето на ресторан за средба или бизнис во далечен град никогаш не било полесно благодарение на достапноста на услугите преку веб и поддршката од експертските системи. На веб локацијата на Exsys ([www.exsys.com](http://www.exsys.com)), можете да пробате демо систем кој интегрира експертски систем со банер. Сите интеракции се одвиваат со посредство на банерот.

Експертскиот систем содржи податоци за рестораните во Албукерки, Ново Мексико. Кога ви е потребно да најдете ресторан, системот прашува за поводот и за видот на храната што ја сакате. Вашите податоци системот ги внесува во табела. Потоа, системот креира рангирање на рестораните според веројатноста дека тие може да ги задоволат вашите потреби. Тој потоа ги проценува различните фактори врз основа на специфичниот повод за одење во ресторанот и ви препорачува до пет ресторанти. Исто така дава објаснување зошто тие ресторанти ви се препорачани. Се претпоставува дека ваквите типови на апликации ќе станат исклучително популарни во иднина.

Табела 6 Експертските системи и влијанија врз веб

Аспекти	Влијанија од Web	Влијанија на Web
<b>Аквизиција на знаење</b>	Експерти од различни области може да соработуваат преку Интернет.	Познавање за веб операциите и активностите може да се добијат и користат за менаџирање и понатамошна употреба.
	Аквизицијата на знаењето е временски флексибилна што поволно влијае на усогласувањето на распоредот на различните експерти.	
	Знаењето стекнато од различните експерти може да се размени преку Интернет и може да се симулира дискусија за подобрување на истото.	
<b>Развој на експертските системи</b>	Станува возможно заедничкото креирање на експертски систем од тимови чии членови се наоѓаат на различна географска положба.	Може да се дизајнира експертски систем за поддршка на веб активностите, автоматизација на услугите, како и за подобри перформанси.
	Се олеснува outsourcing–от при проектирањето на системот.	
	Евалуацијата за експертскиот систем може да се направи од далечина.	
	Вебот обезбедува унифициран мултимедијален кориснички интерфејс за лесна интеграција на системот.	
	Web услугите обезбедуваат подобра платформа за дизајнирање на експертски системи.	
<b>Користење на експертските системи</b>	Корисниците во оддалечени области можат да го користат системот за решавање на проблемите.	Примена на експертски системи за пребарување и мониторинг на веб.
	Експертизата лесно се пренесува до поголема група од корисници.	



# РЕЗИМЕ

- Вештачката интелигенција е дисциплина што истражува како да се изградат компјутерски системи кои ќе изведуваат задачи кои што може да се наречат интелигентни.
- Главните одлики на вештачката интелигенција се процесирањето на симболи, користење на хевристика наместо алгоритми, и примена на техники за логичко заклучување.
- Вештачката интелигенција има неколку главни предности во однос на човечката интелигенција: перманентност, лесно се размножува и пренесува, поевтина е, конзистентна е и темелна и може да се документира.
- Природната (човечка) интелигенција ги има следните предности над вештачката интелигенција: таа е креативна, директно ги користи сетилните искуства, и резонира врз база на широк опсег на претходни искуства.
- Знаењето, наместо податоците и ли информациите, е главниот фокус на вештачката интелигенција.
- Главни области на вештачката интелигенција: експертски системи, процесирање на природни јазици, разбирање на говор, интелигентна роботика, компјутерска визуелизација, fuzzy логика, интелигентни агенти, интелигентни компјутерски поддржани инструкции и невронска обработка на податоци.
- Експертските системи се нај применет дел од технологијата на вештачката интелигенција. Таквите системи се обидуваат да ја имитираат работата на експертите. Тие ја апсорбираат човечката експертиза и ја применуваат за решавање на проблеми.
- За да биде ефикасен, експертскиот систем мора да се примени во тесна област и знаењето мора да вклучува квалитативни фактори.
- Процесирањето на природните јазици истражува техники кои му овозможуваат на корисниците да комуницираат со компјутерите на својот природен јазик. Тоа вклучува кориснички интерфејси кои се засновани на текстуално и гласовно препознавање на јазикот.
- Интелигентен робот е компјутерски програм или машина што може да реагира на промените во околината. Повеќето од денешните работи сеуште ја немаат оваа способност.
- Интелигентните системи за подучување користат технологија на вештачката интелигенција за да му помогнат на корисникот да стекне знаење. Вештачката интелигенција може да ги подобри перформансите на обуката и учењето.
- Моќта на експертските произлегува од специфичното знаење што го поседува, а не од презентацијата на знаењето и шемите за логичко заклучување што ги користи.

- Експертизата е знаење со специфична намена кое е стекнато од обука, читање и искуство.
- Експертите можат да донесат добри, брзи одлуки во комплексни ситуации.
- Поголемиот дел од знаењето во организациите го имаат само неколку експерти.
- Знаењето може да биде декларативно (факти) или процедурално (правила).
- Технологијата на експертските системи може да го пренесе знаењето од експерти и документирани извори на компјутер и да го направи достапно за употреба од страна на не-експерти.
- Главни компоненти на експертските системи се кориснички интерфејс, база на знаење, механизам за логичко заклучување, подсистем за аквизиција на знаење, табла, и подсистем за објаснување.
- Механизмот за логичко заклучување ја обезбедува способноста за резонирање на експертските системи.
- Логичките заклучоци во експертските системи можат да се направат преку поврзување нанапред или поврзување наназад.
- Инженерите на знаење се професионалци кои знаат како да го земат знаењето од експертот и да го подредат во форма која може да биде процесирани од страна на компјутерски базирани експертски системи.
- Експертските системи се популарни во десет општи категории: интерпретација, предвидување, дијагноза, дизајн, планирање, мониторинг, отстранување на грешки, поправки, инструкции и управување.
- Школката на експертскиот систем е развојна алатка на експертскиот систем што има механизам за логичко заклучување, како и блокови за изградба на базата на знаење и корисничкиот интерфејс. Инженерите на знаење лесно можат да развијат прототип на системот со внесување на правила во базата на знаење.
- Експертските системи имаат многу предности. Најважната е подобрената продуктивност или квалитет, зачувување на ретката експертиза, подобрување на другите системи, справување со некомплетни информации и обезбедување на обука.
- Многу неуспеси на ЕС се последица на не технички проблеми, како што се недостиг на менаџерска поддршка и слаба обука на крајните корисници.
- Иако постојат неколку технички ограничувања за ефикасно и ефективно користење на експертските системи, некои од нив ќе исчезнат со подобрување на технологијата.
- Некои ЕС се достапни како системи подготвени за користење; тие даваат совети за стандардни ситуации. Се јавува тенденција за ширење на таквите совети преку Интернет.
- Некои експертски системи даваат совети во реално време.
- Експертските системи и вештачката интелигенција обезбедуваат поддршка на Интернетот.

# ПОИМНИК

- **Автоматизирано преведување.** Процес при кој компјутерски софтвер преведува документ од еден јазик на друг без посредство на човек.
- **Аквизиција на знаење.** Извлекување и формулирање на знаење добиено од различни извори, посебно од експерти.
- **Алгоритам.** Процедура за и звршување чекор по чекор, при што се напредува со секој чекор се додека не се најде решение.
- **База на знаење.** Колекција на факти, правила и процедури шематски организирани. Скоп на сите информации и знаења за специфичното поле на интерес.
- **Вештачка интелигенција.** Подобласт во компјутерската наука која се занимава со симболично резонирање и решавање на проблеми.
- **Визуелно препознавање.** Додавање на некаква форма на компјутерска интелигенција на дигиталната визуелна информација, која е примена од механички сензор како на пример камера.
- **Генетски алгоритам.** Софтверски програми кои имаат еволутивен начин на учење слични на начинот на кој еволуираат биолошките системи.
- **Готови системи за општа намена.** Масовно произведени експертски системски кои можат да се купат од компании за производство на софтвер. Тие во суштина се многу општи.
- **Домен.** Област на експертиза.
- **Експерт.** Човек кој има развиено висок степен на стручност при расудување во специфичен, обично тесен, домен.
- **Експертиза.** Множество од способности кое ја потенцира ефикасноста на човечките експерти, кое вклучува: широк домен на знаење, хеuristicки правила кои го поедноставуваат и подобруваат пристапот за решавање на проблемот, метазнаење и метараспознавање, и форми на однесување кои дозволуваат голема ефективност.
- **Експертски систем.** Компјутерски систем кој применува метод на резонирање врз знаење од специфичен домен заради давање на совет или препорака, слично на човечки експерт. Компјутерски систем кој достигнува висок степен на ефикасност во области, за кои што на еден човек би му биле потребни години на посебна едукација и обука.
- **Експертски системи во реално време.** Систем кој е синхронизиран да работи во реално време.
- **Знаење.** Разбирање, свесност или препознавање стекнато преку едукација или искуство. Се што било научено, перципирано, откриено, заклучено или разбрано. Способноста да се искористи информацијата.
- **Играње игри.** Домен кој нашироко се применува вештачката интелигенција, вклучувајќи игри како дама и шах, но и други типови на игри (аркадни, стратегиски и сл.).
- **Инженер на знаење.** Стручњак за вештачка интелигенција одговорен за техничкиот развој на експертскиот систем. Инженерот на знаење тесно

соработува со експертот од одредениот домен и негова задача е да го зачува знаењето на експертот во базата на знаење.

- **Интелигентен агент.** Експертски систем или систем базиран на знаење вграден во компјутерски базираните информациони системи (или во нивните компоненти) со цел тие да станат поинтелигентни.
- **Интелигентен систем за подучување.** Само-подучувачки систем кој може да ги води учениците за да најдобро напредуваат при процесот на учење.
- **Интелигентни компјутерски потпомогнати инструкции (ICAI).** Употребата на техниките на вештачката интелигенција за обука и учење со компјутер.
- **Консултанска околина.** Дел од експертски систем користен од не-експерт за добивање на експертско знаење и совети. Тоа ги вклучува работниот простор, механизмот за логичко заклучување, подсистемот за објаснување на препорачаните дејствија и корисничкиот интерфејс.
- **Логика.** Наука за извлекување на меѓусебните односи на тврдењата и аргументите. Вклучува дедуктивна логика и предикатско сметање.
- **Логички заклучок.** Процес на изведување заклучоци од даден факт. Да се донесе одлука преку резонирање.
- **Логичко заклучување.** Извршување на функцијата за донесување логички заклучок.
- **Механизам за логичко заклучување.** Дел од експертски систем кој доследно ја извршува функцијата на резонирање.
- **Невронска обработка на податоци (невронски мрежи).** Експериментално дизајнирани компјутерски системи, наменети за градење на интелигентни компјутери кои дејствуваат на начин обликуван според функционирањето на човечкиот мозок.
- **Нумеричко процесирање.** Класичната употреба на компјутерите за манипулација со бројки.
- **Оправдувач.** Компонента од експертскиот систем кој може да го објасни резонирањето на системот и да ги оправда донесените заклучоци.
- **Поврзување наназад.** Техника на пребарување (која користи IF-THEN правила) користена во системите базирани на правила, која започнува со активната клаузула од одредено правило и работи наназад преку низа од правила обидувајќи се да најде верифицирано множество од исполнети клаузули.
- **Поврзување нанапред.** Техника на пребарување (која користи IF-THEN правила) користена во системите базирани на правила, водена од податоци.
- **Подсистем за објаснување.** Компонента на експертскиот систем која може да го објасни резонирањето на системот и да ги оправда неговите заклучоци.
- **Препознавање на говор.** Област од истражувањата на вештачката интелигенција што се обидува да овозможи компјутерите да препознаваат зборови или фрази од човечкиот говор.
- **Продукциони правила.** Метод за репрезентација на знаењето при што знаењето е формализирано во правила кои содржат IF дел и THEN дел (исто така наречени условен и активен дел, соодветно).

- **Процесирање на несигурности.** Проценка и акумулација на несигурностите при логичкото заклучување кое користи правила.
- **Процесирање на природни јазици.** Користење на процесор за природни јазици како интерфејс на компјутерски базирани системи.
- **Процесирање на симболи.** Користењето на симболи, наместо броеви, комбинирани со хевристика за процесирање на информации и решавање на проблеми.
- **Развојна околина.** Делови од експертскиот систем кој се користи од градителите на експертскиот систем. Овие делови ја вклучуваат базата на знаење, механизмот за логичко заклучување и системот за аквизиција на знаење. Инженерот на знаење и експертот се сметаат за составен дел на овие околин.
- **Роботика.** Наука за користењето на машина (робот) за извршување мануелни функции без интервенција од човек.
- **Семантички мрежи.** Метод за репрезентација на знаењето кој што се состои од мрежа од јазли. Овие методи претставуваат концепти или објекти, кои се поврзани со лаци кои што ги опишуваат релациите помеѓу јазлите.
- **Симбол.** Низа од карактери кои претставуваат концепт од реалниот свет.
- **Систем базиран на знаење.** Типичен систем базиран на правила за обезбедување експертиза. Идентичен на експертските системи само што како извор на експертиза користи и документирано знаење.
- **Систем базиран на метод на рамки.** Експертски систем чие знаење е претставено со рамки (објектно-ориентирано) во базата на знаење.
- **Систем базиран на модел.** Експертски систем чие знаење е изведено со користење на математички (или друг вид на) модел.
- **Систем базиран на правила.** Експертски систем каде знаењето е целосно претставено со користење на правила (на пример систем базиран на продукциони правила).
- **Систем за рафинирање на знаењето.** Систем кој има способност да ги анализира сопствените перформанси, да учи и да се подобрува за следните извршувања.
- **Табла.** Одделен простор од работната меморија за опишување на тековниот проблем и за запишување на резултатите од меѓу-чекорите во еден експертски систем.
- **Турингов тест.** Тест кој е дизајниран за мерење на „интелигенцијата“ на компјутер.
- **Fuzzy логика.** Соодветни логични начини на резонирање кои можат да се справат со несигурни и делумни информации; карактеристика на човечкото размислување и многу експертски системи.
- **Хевристички методи.** Искуствено знаење за тоа како може ефикасно и ефективно да се решат проблемите, како се планираат чекорите при решавање на комплексен проблем, како се подобруваат перформансите итн.
- **Хибридни системи.** Експертски системи кои вклучуваат повеќе шеми за репрезентација на знаењето.
- **Школка на експертски систем.** Компјутерска програма која релативно ја олеснува изградбата на некој специфичен експертски систем.

# ПРАШАЊА ЗА ПРОВЕРКА

1. Што е вештачка интелигенција?
2. Што е Турингов тест?
3. Што се подразбира под поимот логичко заклучување?
4. Наброј ги главните предности на вештачката интелигенција во однос на природната интелигенција.
5. Наброј ги главните недостатоци на вештачката интелигенција во споредба со природната интелигенција.
6. Наброј ги главните технологии на вештачката интелигенција.
7. Дефинирај што е експертски систем.
8. Дефинирај што е процесирање на природни јазици.
9. Дефинирај што е препознавање и разбирање на говор. Зошто е тоа корисно?
10. Дефинирај што е интелигентен агент. Зошто е тој корисен?
11. Наброј ги главните придобивки од интелигентните компјутерски потпомогнати инструкции.
12. Наброј ги видовите на знаење што ја сочинуваат експертизата.
13. Дефинирај што е развојна околина на експертски систем и спореди ја со консултанската околина.
14. Наброј и дефинирај ги главните компоненти на еден експертски систем.
15. Која е улогата на инженерот на знаење?
16. Објасни што е тоа база на знаење. Како се претставува знаењето во базата на знаење?
17. опиши како експертските системи донесуваат логички заклучоци?
18. Кои се главните активности изведувани во таблата на експерт. системи?
19. опиши ги сродните категории на апликации на експертски системи.
20. опиши некои од ограничувањата на експертските системи.
21. опиши ги факторите за успех на експертските системи.
22. Што е експертски систем за општа намена?
23. Што е експертски систем во реално време?
24. Кои се предностите од развивање на експертски систем на веб?
25. Како може еден експертски систем да помогне при донесувањето одлука, кога се користи на веб?

# ПРАШАЊА ЗА ДИСКУСИЈА

1. Спореди ги техниките на нумеричко и симболичко процесирање.
2. Дали мислиш дека употребата на говорната комуникација како кориснички интерфејс може да ја зголеми желбата за користење на експертски систем. Зошто?
3. Се вели дека моќен компјутер, способноста за логичко заклучување и хевристиката за решавање на проблеми се неопходни, но не доволни за решавање на реални проблеми. Зошто?
4. Објасни како Веб го зголемува односот добивка/цена на чинење на експертските системи и овозможува користење на системи кои инаку не се оправдани.
5. Објасни ја врската помеѓу развојната околина и консултанската околина.
6. Објасни ја разликата помеѓу поврзувањето нанапред и поврзувањето наназад, и ситуации при кои секое од нив е попогодно.
7. Каков вид на грешки можат да направат експертските системи и зошто? Зошто е полесно да се поправат грешките во експертските системи отколку во конвенционалните програми?
8. Набројваме 10 категории на апликации на експертски системи во ова поглавје. Најди 20 карактеристични апликации, две за секоја категорија, од различни функционални области во одредена организација (сметководство, финанси, производство, маркетинг, човечки ресурси).
9. Проучи ги моменталните ограничувања на експертските системи. Од она што ти е познато, кои од овие ограничувања најверојатно се уште ќе бидат ограничувања во 2100 година? Зошто?
10. Експертски систем подготвен за користење се продава за 5000\$. Развивањето на еден таков систем од почеток ќе ве чини 50,000\$. Готов костум ќе ве чини 100\$, додека шиен ќе ве чини 500\$. Развиј аналогија помеѓу двете ситуации и опиши го пазарот за готов производ и производ прилагоден според сопствени потреби. Зошто цената на готовиот ЕС е околу 10% од цената на прилагодениот, додека цената на готовиот костум е 20% од цената на шиениот?
11. Според сегашниот статус на веб технологиите, дискутирајте како се менува достапноста на експертските системи и како се користи за вградување експертиза во други системи.

**12.** Погледнете неколку демонстрации на веб локацијата на Exsys ([www.exsys.com/](http://www.exsys.com/)). Разгледајте ги туторијалите и демо верзиите. Изберете еден пример за да ги објасните предностите и ограничувањата, и изнесете свое мислење за тоа како да се развие подобра верзија ако вие треба да развивате таков систем.

**13.** Пристапете на веб страницата на Американската асоцијација за вештачка интелигенција ([www.aaai.org](http://www.aaai.org)). Разгледајте ги работилниците кои се понудени во претходната година и набројте ги главните теми поврзани со интелигентните системи.

**14.** Компјутерите се програмирани да играат шах, дама, крстозбори и сл. Тие стануваат се подобри и подобри; всушност, компјутер го победи светскиот првак во шах, Гари Каспаров. Дали се согласувате дека таков компјутерски систем покажува интелигенција? Зошто да или зошто не?

**15.** Напишете ги на лист хартија сите причини на кои можете да се сетите што го поддржуваат ставот дека компјутерот не може да мисли. Тогаш подгответе аргументи кои го покажуваат спротивното. Некои експерти тврдат дека никогаш нема да има машини кои навистина размислуваат затоа што тие не можат, по дефиниција, да имаат душа. Други експерти тврдат дека душа не е потребна. Тие дискутираат за тоа дека првично човештвото не можело да создаде вештачка птица која лета. Наместо ова со тек на време се создал авион, што не е птица, но ја има истата функција. Дискутирајте на оваа тема.