

# MANAGEMENTUL CUNOȘTIȚELOR ÎN INGINERIA CONCURENȚĂ

ing. Răzvan Filimon

razvanf@ici.ro

Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Informatică, ICI, București

**Rezumat:** Este prezentat sistemul de inteligență artificială, Cyc, orientat pe prelucrarea cunoștințelor. Sunt prezentate componentele Cyc: baza de cunoștințe, limbajul de reprezentare a cunoștințelor, motorul de inferență, modulul de prelucrare a limbajului natural, instrumentele de interfață, magistrala semantică integrată. Sunt indicate caracteristicile versiunii OpenCyc, varianta distribuită liber a sistemului Cyc și este expusă viziunea integrării sistemului Cyc (OpenCyc), ca sistem de management al cunoștințelor, în contextul ingineriei concurente. Cyc este prezent la nivelurile managementului informațiilor, cunoștințelor și deciziilor. În această abordare, Cyc, asigură infrastructura pentru gestiunea documentelor organizaționale fiind, totodată, broker de competențe și cunoștințe. De asemenea, este posibil să se utilizeze acest sistem pentru asigurarea suportului decizional la diferite nivelurile organizaționale. La nivelul întregului ciclu de viață al unui produs, Cyc ar putea acționa ca integrator / unificator facilitând colaborarea membrilor echipelor multidisciplinare și multifuncționale.

**Cuvinte cheie:** cunoștințe, managementul cunoștințelor, baze de cunoștințe, common sense, limbaj natural, semantică, inteligență artificială

## 1. Cyc. OpenCyc

Cyc este un sistem de inteligență artificială, compus dintr-o bază de cunoștințe multicontextuale și un motor de inferență, care operează cu aceasta. Numele Cyc provine din cuvântul enCYClopedia. Sistemul a fost conceput de Douglas Lenat și dezvoltat de Microelectronics and Computer Technology Corporation (Austin, Texas) în perioada anilor '80. În ianuarie 1995, proiectul Cyc a fost preluat de Cycorp (Austin, Texas), o companie nou înființată și orientată exclusiv pe dezvoltarea și extinderea acestuia.

În baza de cunoștințe, au fost introduse un număr impresionant de cunoștințe de "bun simț" (common sense). Acestea sunt reprezentate declarativ ca aserțiuni logice și cuprind declarații de fapte, reguli, euristici. Cunoștințele derivate sunt obținute prin raționament deductiv.

Proiectul urmărește să realizeze un substrat semantic de bază, format din termeni, reguli și relații, care să poată fi utilizat de aplicațiile orientate pe prelucrarea informațiilor, utilizarea bazelor de date eterogene, prelucrarea limbajului natural.

Cyc conține următoarele componente principale: baza de cunoștințe Cyc KB, limbajul de reprezentare a cunoștințelor CycL, motorul de inferență, subsistemul de recunoaștere a limbajului natural Cyc-NL, magistrala semantică integrată SIB (Semantic Integration Bus) și instrumentele de interfață.

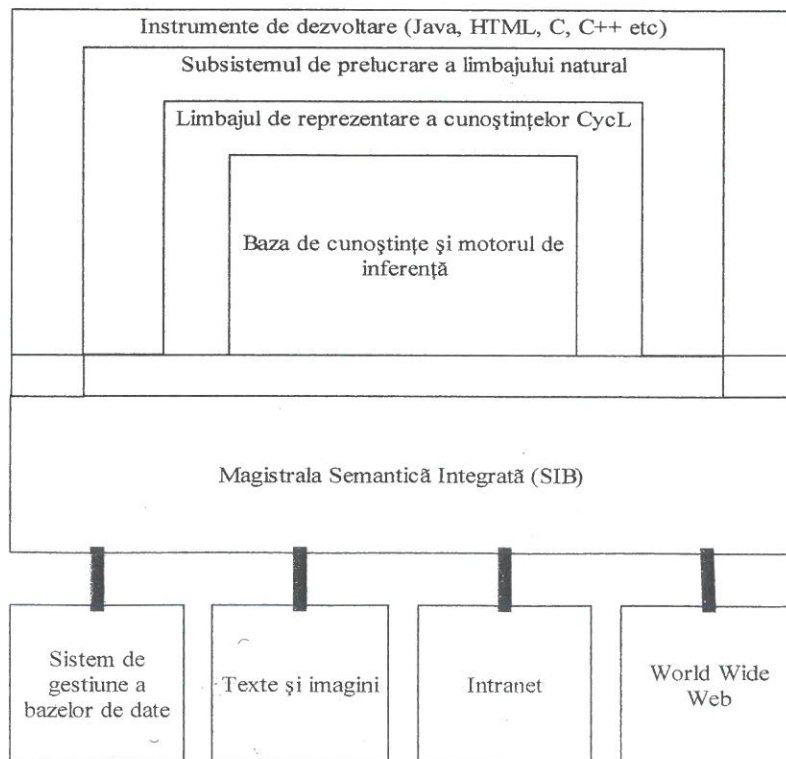


Figura 1. Arhitectura Cyc

## 1.1. Baza de cunoștințe

Pentru reprezentarea cunoștințelor, se utilizează limbajul CycL. Baza de cunoștințe, divizată în microteorii, cuprinde termeni și aserțiuni. Termenii constituie vocabularul limbajului CycL. Aserțiunile introduc termeni și indică relațiile dintre aceștia.

Numărul total de termeni constituie ontologia Cyc; acești termeni exprimă abstracții de tipul: Thing, Intangible, IndividualObject, Event, Stuff, Process, SomethingExisting, TangibleObject.

Microteoriile sunt module ale bazei de cunoștințe și conțin aserțiuni care partajează premise comune. Microteoriile pot fi orientate pe un domeniu specific de cunoaștere, pe un anumit nivel de detaliere sau pe un anumit interval de timp. Mecanismul microteoriilor permite introducerea în baza de cunoștințe a unor aserțiuni aparent contradictorii și permite, de asemenea, focalizarea procesului de inferență.

## 1.2. Limbajul de reprezentare a cunoștințelor CycL

CycL este un limbaj formal, a cărui sintaxă derivă din calculul cu predicate de ordinul întâi. Vocabularul limbajului constă din termeni care pot fi: constante semantice, termeni nonatomici (NAT - Non-Atomic Term), variabile, numere, șiruri. Termenii se combină formând expresii utile. Un set de fraze CycL formează o bază de cunoștințe.

Aproximativ 160 de termeni și 650 de aserțiuni construite cu acești termeni constituie nucleul oricărei baze de cunoștințe CycL și determină semnatica limbajului.

## 1.3. Motorul de inferență

Motorul de inferență realizează deducții logice, bazate pe modus ponens și modus tollens, respectiv inferențe specifice inteligenței artificiale de tip generalizare, particularizare sau clasificare automată. Spațiul de căutare este restrâns printr-un set de euristici proprietare și prin mecanismul microteoriilor. Ca mecanism de căutare, Cyc utilizează metoda celei mai bune prime căutări (best-first search).

Motorul de inferență conține module care permit abordarea unor clase specifice de inferențe de tip matematic, spațial, temporal sau de stabilire a apartenenței la colecții de obiecte.

Fiecare formulă CycL are asociată câte o valoare de adevăr pentru fiecare microteorie în care este prezentă. CycL suportă cinci valori de adevăr: monoton adevărat, implicit adevărat, monoton fals, implicit fals și valoare de adevăr necunoscută.

O afirmație monoton adevărată este adevărată întotdeauna pentru toate valorile pe care le pot lua variabilele din cadrul acesteia.

Afirmațiile implicit adevărate sunt adevărate în majoritatea cazurilor, putând însă exista și excepții.

În cazul unor valori de adevăr contradictorii, apărute în cadrul procesului de inferență, este apelat un sistem de argumentare, care decide valoarea de adevăr finală, a afirmației respective.

## 1.4. Modulul de prelucrare a limbajului natural Cyc-NL

Cyc-NL are trei componente principale: vocabularul, analizorul sintactic și interpretorul semantic.

Vocabularul conține cunoștințe sintactice și semantice despre cuvintele limbii engleze. Fiecărui cuvânt îi este rezervată o constantă Cyc. De exemplu, constanta Light-TheWord reprezintă cuvântul "light". Aserțiunile din vocabular specifică următoarele: Light-TheWord poate fi substantiv ("a bright light"), adjectiv ("a light meal"), verb ("light a fire") sau adverb ("touching someone lightly"). Următoarele aserțiuni specifică în ce secvențe sintactice (syntactic pattern) poate apărea cuvântul light. De asemenea, în vocabular sunt memorate aserțiuni care permit realizarea legăturilor dintre cuvintele limbii engleze și constantele Cyc. De exemplu, constanta Light-TheWord se află în legătură cu constantele LightEnergy și LightingDevice.

Primul pas al analizei unei fraze constă în asignarea posibilelor părți de vorbire la fiecare cuvânt al acesteia. În general, cuvintele pot fi diferite părți de vorbire; alegerea variantei corecte fiind realizată de analizorul sintactic.

Analizorul sintactic generează structuri sintactice pe baza principiului guvernării și legării (Government and Binding) din gramatica generativă. Un set de reguli independente de context determină construirea unor structuri

arborescente, corespunzătoare frazei de la intrare. În cazul ambiguităților sintactice, sunt generate, la ieșire, mai multe structuri sintactice pentru aceeași frază de la intrare.

Interpretorul semantic transformă arborii sintactici în expresii CycL și utilizează cunoștințele din Cyc KB pentru a elimina variantele imposibile. În acest mod, ambiguitățile apărute în procesul de analiză sintactică sunt evitate.

Perspectivile de utilizare a modului Cyc-NL sunt traducerea automată (Machine Translation), postprocesarea ieșirii sistemelor de recunoașterea vorbirii (Speech Recognition), îmbunătățirea interfețelor utilizator.

## 1.5. Instrumentele de interfață

Scopul instrumentelor de interfață este de a permite parcurgerea, editarea și extinderea bazei de cunoștințe, respective, de a permite transmiterea de întrebări către motorul de inferență și interacțiunea în limbaj natural.

Browser-ul HTML permite vizualizarea bazei de cunoștințe. Paginile care descriu termenii CycL sunt generate dinamic și conțin toate aserțiunile în care este implicat termenul respectiv. Fiecare referire la un termen care apare în aceste pagini este o legătură HTML către o pagină generată dinamic. De asemenea, browser-ul HTML permite căutarea termenilor sau a aserțiunilor, editarea bazei de cunoștințe și introducerea de întrebări pentru motorul de inferență.

Knowledge Entering file tool operează în mod batch și permite introducerea în baza de cunoștințe a aserțiunilor CycL, conținute în fișiere text.

Browser-ul ierarhic permite vizualizarea arborescentă a relațiilor dintre termeni.

## 1.6. Magistrala semantică integrată (SIB - Semantic Integration Bus)

Magistrala semantică integrată constă dintr-un set de module procedurale și o interfață de comunicare ce permite accesul motorului de inferență la diferite surse de informații. Aceste surse de informații se află, de regulă, la distanță.

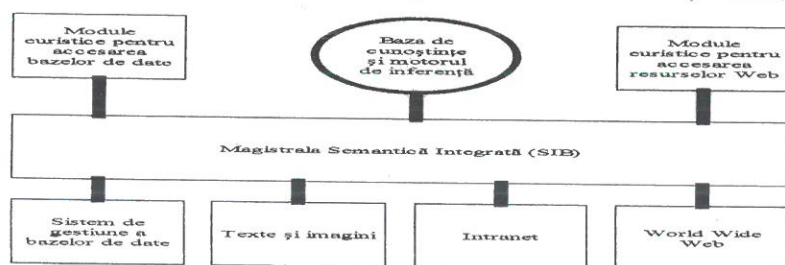


Figura 2. Magistrala semantică integrată

SIB acceptă cereri de informații din partea motorului de inferență, exprimate în CycL, și apelează secvențele procedurale corespunzătoare pentru obținerea acestor informații, apoi, convertește informațiile obținute în expresii CycL și le transmite motorului de inferență.

## 2. OpenCyc

OpenCyc este versiunea open source a tehnologiei Cyc. Cycorp a desemnat o organizație independentă, OpenCyc.org, care să se ocupe de promovarea și administrarea proiectului OpenCyc. Cycorp urmărește să pătrundă cu această tehnologie în mediile de cercetare și în cele academice.

OpenCyc poate fi copiat, distribuit și utilizat liber, în scopuri comerciale și necomerciale, în acord cu termenii licenței OpenCyc, care este similară cu LGPL (Lesser GNU Public License). În scopuri comerciale, baza de cunoștințe completă (Cyc KB) poate fi licențiată de la Cycorp, Inc. An după an, fiecare aserțiune din vechea bază de cunoștințe Cyc va migra către o versiune ResearchCyc, iar, ulterior către OpenCyc.

OpenCyc poate fi utilizat de o mare varietate de aplicații inteligente:

- înțelegerea vorbirii,
- integrarea bazelor de date,
- dezvoltarea de ontologii,
- filtrarea mesajelor, distribuirea mesajelor, sumarizare și adnotare automată a documentelor etc.

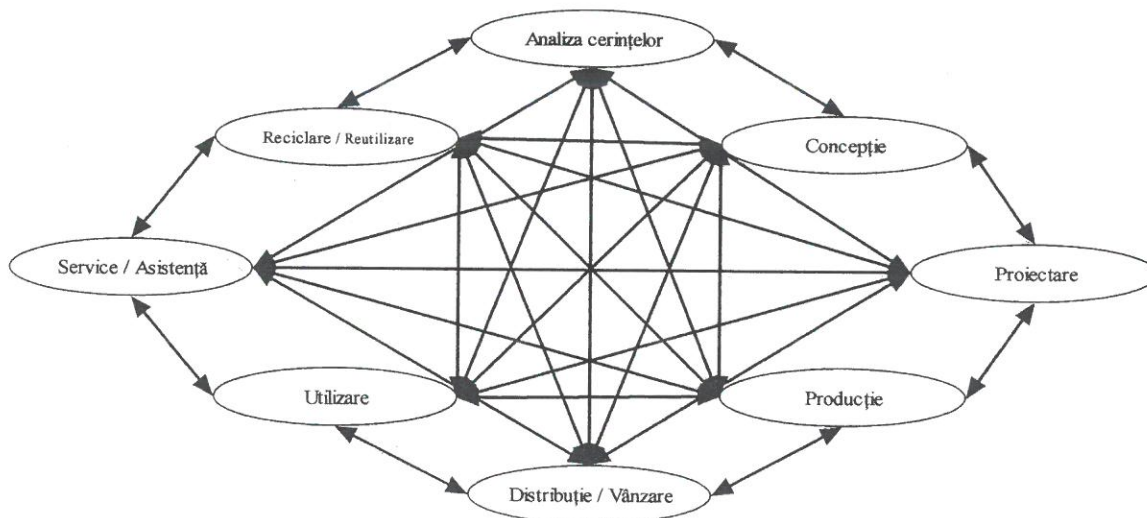
Versiunea OpenCyc 1.0 va include:

- 6000 de concepte: ontologia de nivel superior reflectând realitatea înconjurătoare;
- 60000 de aserțiuni cuprinzând interrelațiile dintre cei 6000 de termeni și constrângerile semantice (adică definițiile parțiale ale acestor termeni);
- versiunea compilată a motorului de inferență Cyc și a browser-ului bazei de cunoștințe;
- instrumentele RKF (Rapid Knowledge Formation) pentru preluarea cunoștințelor dintr-un domeniu de expertiză; preluarea acestor cunoștințe se realizează în urma unui dialog om-mașină, purtat în limba engleză
- documentația aferentă;
- specificația limbajului CycL în care sunt scrise bazele de cunoștințe Cyc KB și OpenCyc KB;
- specificațiile Cyc API, interfața care permite realizarea de aplicații OpenCyc;
- programe demonstrative, bazate pe Cyc API.

Versiunea 0.7 este disponibilă pentru platforme Linux și Windows NT. Necesitățile hardware pentru a rula OpenCyc sunt: procesor Pentium, Athlon sau unul echivalent cu acestea și minim 128 MB RAM. Pentru mașini echipate cu mai mult de 256 MB RAM, performanțele sistemului OpenCyc sunt proporționale cu viteza procesorului. OpenCyc poate fi descărcat de la [http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group\\_id=27274](http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=27274).

### 3. Managementul cunoștințelor în ingineria concurentă

Ingineria concurentă este o abordare sistematică a proiectării integrate a produselor și proceselor aferente acestora, incluzând producția și asistența. Dezvoltatorii trebuie să ia în considerare toate elementele ciclului de viață al unui produs, de la concepție și până la utilizare, incluzând calitatea, costurile, planificarea și cerințele utilizatorilor. Ingineria concurentă urmărește integrarea metodologiilor, proceselor, competențelor, instrumentelor și metodelor suport pentru dezvoltarea produsului. Ingineria concurentă este o domeniu multidisciplinar, incluzând aspecte specifice programării orientate pe obiecte, programării bazate pe constrângeri, programării vizuale, sistemelor bazate pe cunoștințe, hypermedia, sistemelor de management al bazelor de date și CAD / CAM.



Ciclul de viață

Figura 3. Ciclul de viață

Conceptul de integrare prezintă următoarele aspecte:

- interfațare: este cea mai slabă și limitativă formă de integrare ce permite numai schimbul de date; are dezavantajul costurilor ridicate deoarece, pentru a interfața complet  $n$  sisteme, sunt necesare  $n(n-1)/2$  interfețe;
- interoperabilitate: se referă la comunicarea între aplicații și se definește ca fiind capacitatea a două entități omoloage, având importanță egală (peer), de a realiza în mod eficient schimbul de informații de pe poziții egale și de a-și folosi reciproc serviciile și capacitățile funcționale; interoperabilitatea corespunde conceptului middleware din sistemele de prelucrare distribuită;

- interlucrul (interworking): se referă la realizarea comunicării și coordonării sarcinilor între două sau mai multe entități inteligente (oameni sau alți agenți); este aspectul care permite lucrul în cooperare, cu îmbunătățirea performanțelor grupului, fiind evident că acest aspect trebuie vizat în crearea mediului informatic pentru proiectarea convergentă.

Cyc poate fi utilizat în vederea realizării dezideratului de integrare. În acest sens, Cyc poate asigura infrastructura pentru gestiunea documentelor organizaționale fiind totodată broker de competențe și cunoștințe. Este de asemenea posibil să se utilizeze acest sistem pentru asigurarea suportului decizional la diferite niveluri organizaționale. În contextul unui cadru de management al mediului informațional [2], Cyc este prezent la nivelurile managementului informațiilor, cunoștințelor și al deciziilor.

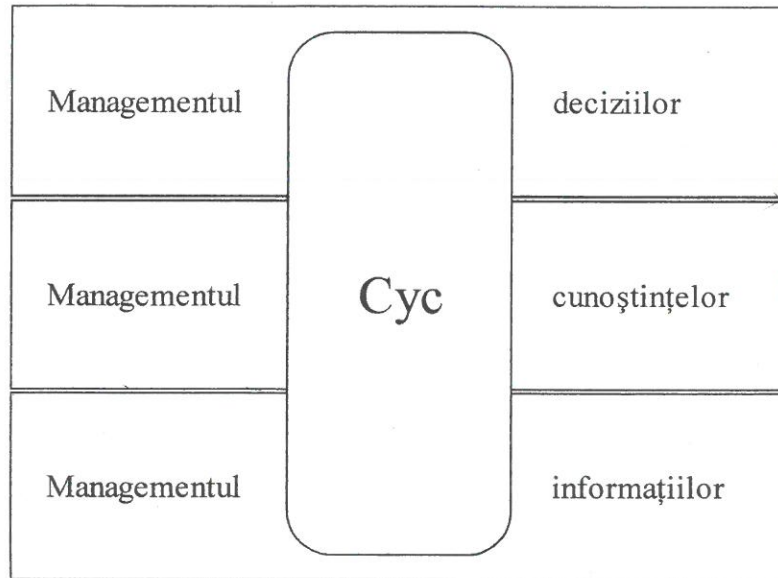


Figura 4. O posibilitate de integrare a sistemului Cyc

### 3.1. Cyc / OpenCyc la nivelul managementului informațiilor

Managementul informațiilor este procesul determinării obiectelor informaționale și de asociere a semanticii necesare pentru ca sistemele și procesele să-și poată îndeplini funcțiile și să poată interopera. Managementul informațiilor indică informațiile care trebuie obținute pentru a asigura suportul decizional în cadrul întreprinderii. De asemenea, managementul informațiilor urmărește găsirea obiectelor informaționale standardizate. Procesele și serviciile de managementul informațiilor pot acționa în vederea creării unor noi obiecte informaționale prin fuziunea / agregarea, transformarea și filtrarea informațiilor existente.

Actorii care își desfășoară activitatea în cadrul pieței informaționale (“information marketplace”, “informart”, “information supermarket”) sunt entități de tipul producători sau consumatori de informații. Separarea dintre aceștia nu este strictă, o aceeași entitate putând atât produce, cât și utiliza obiectele informaționale. La nivelul întreprinderii, entitățile care îndeplinesc servicii specifice, la diferite niveluri, se pot clasifica în același mod.

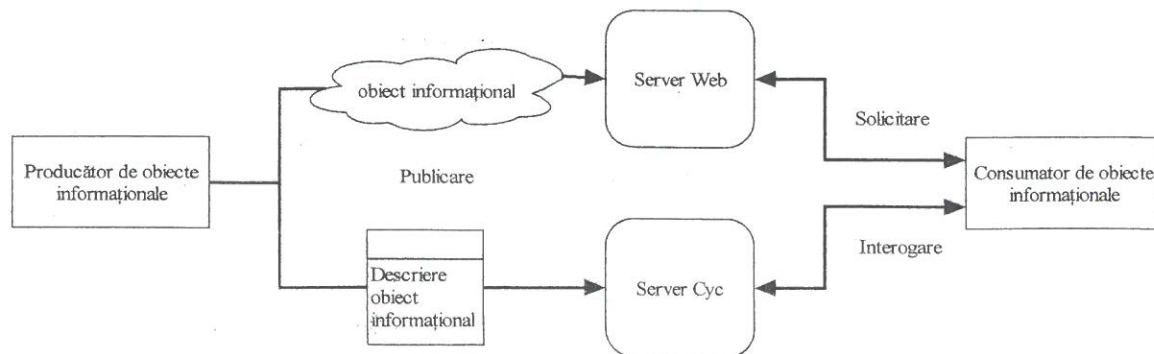


Figura 5. Integrarea sistemului Cyc la nivelul managementului informațiilor

În figura de mai sus, este propus un model de arhitectură, la nivelul managementului informațiilor, în care un server Cyc acționează ca broker de obiecte informaționale. Activitățile desfășurate la acest nivel sunt următoarele:

- publicarea unui obiect informațional: un producător publică pe Web un obiect informațional (document de tip text/hipertext, imagine, sunet, video etc.) și, totodată, furnizează unui server Cyc o descriere a acestui obiect; această descriere trebuie să indice localizarea obiectului și detalii privind conținutul obiectului respectiv; descrierea este preluată în baza de cunoștințe a serverului Cyc;
- solicitarea unui obiect informațional: un consumator interoghează serverul Cyc în vederea obținerii unor informații de care are nevoie; sunt indicate serverului atributele pe care trebuie să le conțină obiectele care prezintă interes; Cyc parcurge baza de cunoștințe și determină care dintre descrierile memorate anterior se potrivesc cu necesitățile consumatorului; în final consumatorului i se transmite o listă cu descrierile obiectelor care ar putea prezenta interes; consumatorul poate apoi solicita obiectele propriu-zise, de la serverele pe care acestea au fost stocate (descrierile conținând localizările obiectelor).

Cyc poate regăsi orice tip de obiecte cu condiția ca acestea să fi fost descrise anterior. Regăsirea pe criterii semantice este cea care deosebește Cyc de un simplu motor de căutare. Descrierile obiectelor informaționale nu sunt simple liste de atribute, ci sunt structuri integrate în contextul bazei de cunoștințe. În procesul de căutare a unui obiect, sunt implicate mecanisme inferențiale, specifice inteligenței artificiale.

### 3.2. Cyc / OpenCyc la nivelul managementului cunoștințelor

Managementul cunoștințelor reprezintă o modalitate colaborativă de identificare, captare, evaluare și partajare a cunoștințelor și, în mod special, de captare a cunoștințelor implicite, care sunt localizate la nivelul experienței indivizilor și proceselor. Managementul cunoștințelor urmărește să furnizeze o imagine unitară a stării mediului informațional.

Cunoștințele organizaționale (documente, cunoștințe individuale, proceduri operaționale) pot fi preluate în baza de cunoștințe Cyc.

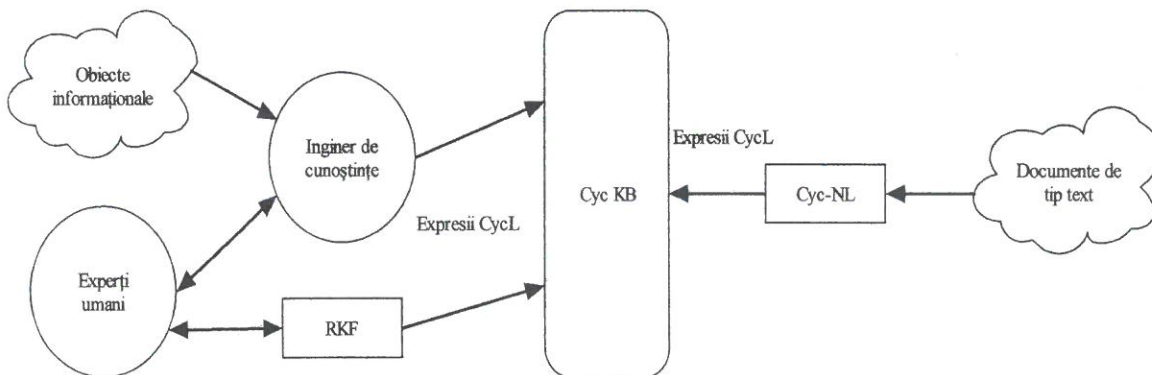


Figura 6. Integrarea sistemului Cyc la nivelul managementului cunoștințelor

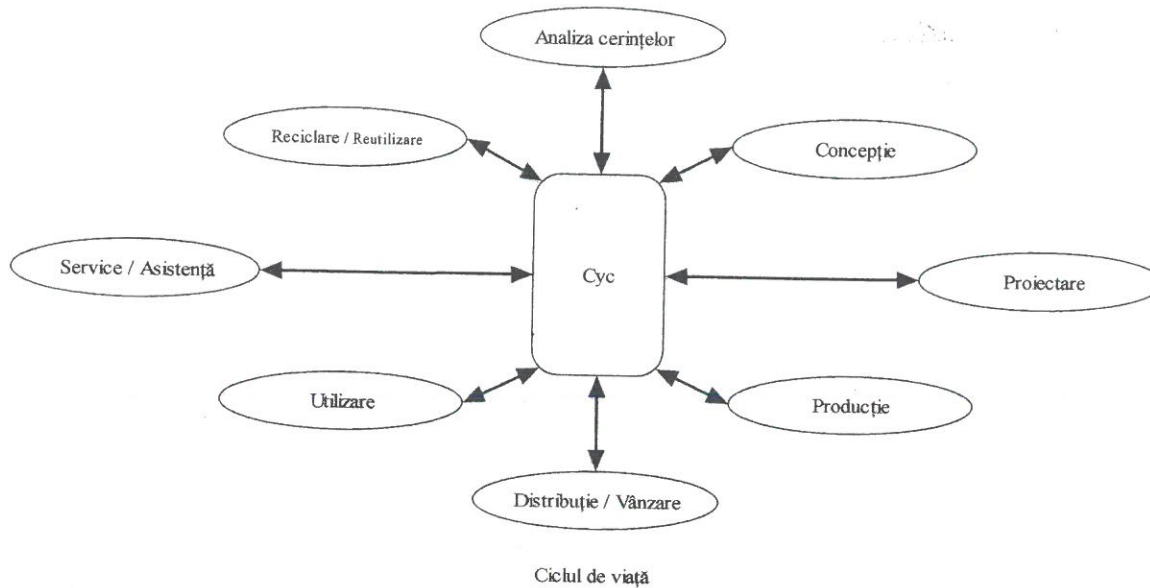
Diferite obiecte informaționale, specifice organizației, pot fi analizate de un inginer de cunoștințe și introduse în CycKB sub formă de expresii CycL. De asemenea, inginerul de cunoștințe poate capta cunoștințe de la experți umani. Instrumentele RKF (Rapid Knowledge Formation) permit automatizarea procesului de captare a cunoștințelor specifice domeniilor de interes. Expresiile CycL se obțin, în acest caz, în urma unui dialog în limbaj natural (limba engleză) om-mașină, purtat de expert cu sistemul Cyc. Sistemul de înțelegere a limbajului natural, Cyc-NL, poate extrage cunoștințe din documente de tip text.

Baza de cunoștințe Cyc KB constă din expresii CycL. Procedurile euristice sunt scrise în limbajul SubL, o versiune Lisp simplificată. Cele două limbaje sunt ortogonale, baza de cunoștințe putând conține aserțiuni despre procedurile SubL și descrieri ale acestor proceduri (modul în care aceste proceduri pot fi apelate). Procedurile operaționale și cunoștințele de proces, de la nivelul organizației, pot fi integrate în Cyc ca module euristice SubL. Astfel, se pot modela fluxurile de materiale și cele informaționale.

Baza de cunoștințe este granulară, datorită mecanismului microteoriilor. Diferitele niveluri organizaționale se pot regăsi în microteorii specifice. Aceste microteorii pot fi relaționate sau nu.

O dată captate aceste cunoștințe devin reutilizabile și partajabile. Tendințele actuale sunt de a capta întregul ciclu de viață al unui produs: analiza cerințelor, concepție, proiectare, producție, distribuție/vânzare, service/asistență tehnică, reciclare/reutilizare. Etapele de proiectare și producție sunt acoperite de paradigma PDM

(Product Data Management). La nivelul întregului ciclu de viață, Cyc ar putea acționa ca integrator/unificator facilitând colaborarea membrilor echipelor multidisciplinare și multifuncționale. Astfel, legăturile dintre elementele ciclului de viață sunt simplificate la limita extremă. Această viziune este prezentată în următoarea figură:

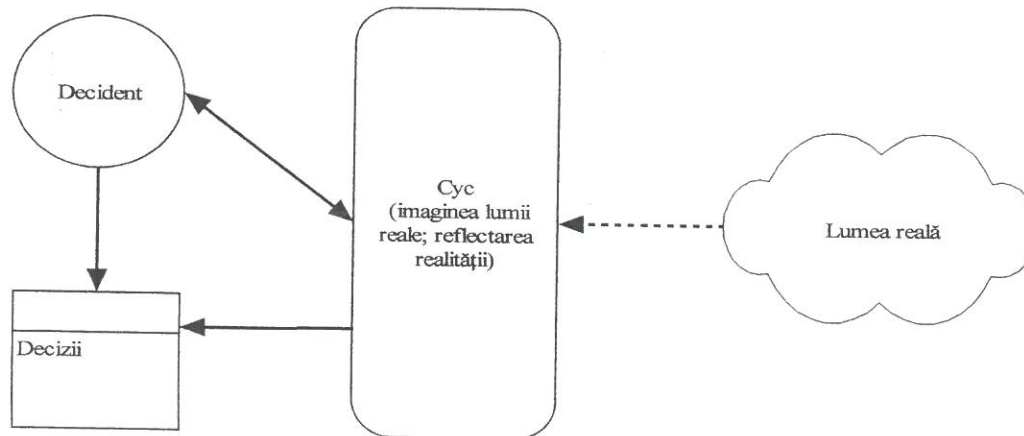


**Figura 7. O variantă de ciclu de viață în care sistemul Cyc are rolul de integrator**

Unificarea este posibilă datorită limbajului de reprezentare semantică CycL și dinamicii bazei de cunoștințe. Sensul unui termen CycL este dat de totalitatea aserțiunilor în care acesta este prezent; în timp, baza de cunoștințe evoluează, semnificația acestor termeni urmând să reflecte pe cât posibil lumea reală.

### 3.3. Cyc / OpenCyc la nivelul managementului deciziilor

Managementul deciziilor este procesul generării, evaluării și selecției unui plan de acțiune (uneori prin colaborare). Managementul deciziilor urmărește să furnizeze instrumentele și procesele care să permită utilizatorilor și/sau aplicațiilor să realizeze decizii eficiente bazate pe cunoștințe.



**Figura 8. Integrarea sistemului Cyc la nivelul managementului deciziilor**

Datorită bazei de cunoștințe granulare, Cyc poate furniza suportul decizional la diferite niveluri organizaționale. CycKB se urmărește a fi o reprezentare cât mai apropiată a lumii reale. Mai mult, Cyc ar putea fi conectat la lumea reală (prin intermediul rețelei Internet și al unor sisteme senzoriale).

Decidentul poate interoga Cyc, prin intermediul unei interfețe utilizator, în vederea obținerii unor obiecte informaționale, potrivite problemei de rezolvat. Cyc identifică obiectele care pot prezenta interes pentru decident, descrierile acestora fiind transmise interfeței utilizator. Interfața utilizator este responsabilă de prezentarea acestor obiecte. Pe baza descrierilor furnizate de Cyc, interfața poate selecta modulul optim pentru

prezentarea unui anumit tip de obiect informațional. În final, pe baza propriilor cunoștințe și luând cunoștință de informațiile disponibile, decidentul poate elabora o decizie sau concepe un plan de acțiune.

La nivelul conducerii proceselor, Cyc poate elabora propriile decizii. Poate fi abordată problematica controlului calității, a întreținerii, diagnozei și reparării echipamentelor tehnologice. Pe domenii restrânse, Cyc se comportă ca și un sistem expert cu deosebirea că dispune de un bagaj uriaș de cunoștințe colaterale.

Din momentul în care sistemul a fost integrat în structurile întreprinderii, se pot obține reprezentări analitice ale situației la zi a întreprinderii la diferite niveluri de abstractizare și având posibilitatea de a selecta nivelul de complexitate a reprezentării dorit. Accesul utilizatorilor la sistem se poate realiza cu ajutorul unor interfețe utilizator, specifice nivelului organizațional.

## 4. Concluzii

A fost prezentat sistemul de gestiune a cunoștințelor Cyc, unul dintre cele mai ambițioase proiecte din istoria inteligenței artificiale. Au fost prezentate succint componentele Cyc: baza de cunoștințe, limbajul de reprezentare a cunoștințelor, motorul de inferență, modulul de prelucrare a limbajului natural, instrumentele de interfață, magistrala semantică integrată. De asemenea, au fost indicate caracteristicile versiunii OpenCyc, varianta distribuită liber a sistemului Cyc, apoi a fost prezentată viziunea integrării sistemului Cyc (OpenCyc), ca sistem de management al cunoștințelor, în contextul ingineriei concurente. Cyc poate fi prezent la nivelurile managementului informațiilor, cunoștințelor și deciziilor. În această abordare, Cyc, asigură infrastructura pentru gestiunea documentelor organizaționale fiind, totodată, broker de competențe și cunoștințe. De asemenea, este posibil să se utilizeze acest sistem pentru asigurarea suportului decizional la diferite niveluri organizaționale. La nivelul întregului ciclu de viață al unui produs, Cyc ar putea acționa ca integrator/unificator, facilitând colaborarea membrilor echipelor multidisciplinare și multifuncționale.

Pentru a identifica întregul potențial al utilizării OpenCyc, în contextul ingineriei concurente, sunt necesare studii ulterioare.

## Bibliografie

1. **FILIMON, R.:** Managementul cunoștințelor în ingineria concurentă, lucrare de dizertație, coordonator științific Aurelian Stănescu, Universitatea Politehnica, București, Centrul pentru Pregătirea Resurselor Umane, 2002.
2. **TUOMI, I.:** The Future of Knowledge Management, Lifelong Learning in Europe (LLinE), vol VII, issue 2/2002.
3. **MILLER, B., M. A. MALLOY:** Cris Wild, Toward a Framework for Managing the Information Environment, Information. Knowledge. Systems Management, Ed Masek, Volume 2, Number 4, Autumn 2001, IOS Press.
4. **FILIMON, R.:** Sistem pentru înțelegerea limbajului natural, lucrare de diplomă, coordonator științific Aurelian Stănescu, Universitatea Politehnica, București, 2001.
5. \* \* \*: The Dimensions of Context-Space, Cycorp, 1998.
6. \* \* \*: Knowledge Interchange Format, draft proposed American National Standard (dpANS), NCITS.T 2/98-004.
7. \* \* \*: Upper CYC(R) Ontology flat-file, Cycorp, 1997.
8. [www.cyc.com](http://www.cyc.com)
9. [www.e-cyc.com](http://www.e-cyc.com)
10. [www.opencyc.org](http://www.opencyc.org)