ANÀLISI DE PRECEDÈNCIES ENTRE CONJUNTS D'INFORMACIÓ APLICACIÓ AL MODEL INFORMACIONAL

A. OLIVÉ

Aquest article tracta de les precedències entre conjunts d'informació i, especialment, del problema de l'anàlisi de la derivabilitat de conjunts d'informació, del qual pretén d'explorar-ne noves vies de solució.

L'enfocament del treball consisteix en partir de l'esquema de les informacions del sistema, on hi constin totes les informacions que puguin existir. En base a aquest esquema, es poden definir tots els conjunts d'informació que interessin. Llavors l'anàlisi de la derivabilitat el plantegem com un procediment que rep la definició dels conjunts d'informació d'entrada i sortida del sistema i l'esquema corresponent, i que ens dóna com a resultat si les sortides són o no derivables.

Creiem que el mètode que proposem és, alhora, potent i simple, tot i que és necessari continuar la recerca vers uns eixos que també apuntem. En particular, hi ha l'adaptació al model relacional i l'aplicació a la resolució d'altres problemes.

1. INTRODUCCIÓ

Aquest article tracta de les precedències entre conjunts d'informació i, especialment, del problema de l'anàlisi de la derivabilitat de conjunts d'informació, del qual pretén explorar-ne noves vies de solució.

1.1 Precedències

El concepte "precedències entre conjunts d'informació" és originari, al meu entendre, de Langefors /1/, i és d'aplicació als sistemes d'informació, particularment als sistemes d'informació lògics[1]. En aquests tipus de sistemes hi ha dues classes d'elements: conjunts d'informació (ci) i processos. Segons ells, els cis $I_1,\ldots,I_n$ són <u>precedents directes</u> (o de primer ordre) del ci I' si existeix un procés tal que les seves entrades són exactament els cis $I_1,\ldots,I_n$ i la seva sortida és I'. Dit altrament, si $I_1,\ldots,I_n$ són necessaris i suficients per a obtenir I'.

Si anomenem A al conjunt de conjunts d'informació (cci) $A=\{I_1,\ldots,I_n\}$ i A' al cci $A'=\{I'\}$ podem dir que A' i A formen part d'una relació de <u>precedència de primer ordre</u> P^1, o sigui que $P^1(A',A)$.

El concepte "procés" l'hem d'entendre, de moment, en un sentit molt ample. Podem agrupar-los i descompondre'ls en altres processos a la nostra voluntat, respectant únicament algunes regles evidents. Així, per exemple, si tenim $P^1(A,B)$ i $P^1(C,D)$, podem agrupar-los i obtenim $P^1(A\cup C,B\cup D)$, que representaria un procés tal que les seves entrades és el cci $B\cup D$ i que deriva tots els cis del cci $A\cup C$.

Semblantment, si tenim $P^1(A,B)$ i $A'\subset A$, podem descompondre aquest procés en altres dos que derivin A' i A-A'. O sigui que tindrem també $P^1(A',B)$ i $P^1(A-A',B)$, respectivament.

Finalment, com que un ci qualsevol es pot obtenir d'ell mateix, tenim que $P^1(X,X)$ per a tots els ccis. P^1 és, doncs, una relació reflexiva.

De P^1 es deriva fàcilment $P^2=P^1P^1$ i, en general, P^k. La unió de totes elles ens dona la <u>relació de precedència</u>[2] P entre ccis: $P=P^1\cup P^2\cup P^k\ldots$ Aquesta relació te una serie de propietats interessants, que definirem completament a l'apt. 4. Una d'elles, per exemple, és que és transitiva.

- A. Olivé. Professor a la Facultat d'Informàtica de la UPB. Dolcet, s/n. Barcelona - 34.
- Article rebut el Setembre del 1979.

1.2 Anàlisi de la derivabilitat

El problema de l'anàlisi de la derivabilitat de conjunts de conjunts d'informació (cci) - es pot plantejar, breument, de la següent manera: Donats dos ccis A i B determinar si A es pot derivar o no a partir de B; és a dir, determinar si P(A,B) és cert o no.

Aquest problema es presenta en el disseny lògic de sistemes d'informació. En efecte, en un moment d'aquest disseny s'ha de verificar que les sortides A del sistema es poden derivar a partir de les seves entrades B. En cas afirmatiu, vol dir que el sistema, des del - punt de vista lògic, pot realitzar la seva - funció. En cas negatiu, cal modificar les entrades o les sortides per a que el sistema - sigui viable.

Una altra aplicació, en una àrea relacionada amb l'anterior, és en la consulta a bases de dades. Aquí es tracta de verificar que la informació desitjada (A) està continguda en la base de dades (B) fent aquesta verificació - sense necessitat d'explorar la informació -- continguda en la pròpia base de dades.

Per a resoldre aquest problema, el mateix -- Langefors /1/ va proposar una "àlgebra de - sistemes". Els operands d'aquesta àlgebra -- són ccis i un dels seus operadors (que és el que ens interessa aquí) és el de precedència P. Aquest operador, aplicat a un cci A ens - dona els seus precedents de primer ordre B: $P(A)=B$. Per a aplicar l'àlgebra a un sistema concret cal definir previament els cis i els precedents de primer ordre de cada un d'ells.

Malgrat el seu interés, aquesta àlgebra te - dos inconvenients, de cara al nostre propòsit. El primer és que l'operador P, quan s'aplica a un cci A, només pot donar un resultat: B. Això presuposa que els precedents directes són únics, qüestió aquesta que no és irrefutable. En efecte, n'hi ha prou amb considerar, per exemple, el ci "Import, per a - cada client, de les vendes efectuades durant el mes m", que es pot obtenir directament -- dels cis:

a) "Vendes efectuades durant el mes m, indicant el client, el producte i la quantitat"

b) "Preus de tots els productes"

o dels cis:

a') "Import, per a cada client, de les vendes efectuades fins al mes m"

b') "Idem, fins al mes m-1".

Per tant, en el cas general, s'ha de tenir - en compte la possible existència de diverses alternatives, a nivell de precedents directes. Es clar que, finalment, el ci en qüestió només s'obtindrà d'una sola manera, però durant l'anàlisi de la derivabilitat s'ha de poder contemplar totes les opcions possibles.

El segon inconvenient te la seva arrel en el fet que l'àlgebra no te en compte quina informació contenen els cis. Per a l'àlgebra - n'hi ha prou amb que les cis es puguin distingir uns d'altres, mitjançant un nom o -- qualsevol designació. De fet, l'àlgebra es - pot aplicar a qualsevol classe de sistemes, independentment de la naturalesa dels seus - elements. Aquesta generalitat comporta que - el nombre de precedents de primer ordre que s'han de definir sigui massa gran.

Per veure-ho, considerem, per exemple, el ci "Import de les vendes en el mes m", els precedents del qual podrien ésser:

a) "Quantitat venuda, de cada producte, en - el mes m.

b) "Preu de cada producte".

Si, a més, el sistema tingués el ci "Import de les vendes en el mes m-1", s'hauria de definir també que els seus precedents són:

c) "Quantitat venuda, de cada producte, en - el mes m-1"

d) "Preu de cada producte".

Es a dir, l'àlgebra no pot prendre en consideració que ambdós cis tenen un contingut -- "semblant", variant exclussivament el mes de referència, i que -per tant- n'hi hauria -- prou amb una sola definició, tenint com a paràmetre el mes en qüestió.

Ara bé, el preu que cal pagar per a obtenir aquesta reducció és el de perdre la generalitat d'aplicació de l'àlgebra: cal una àlgebra específica per a cada model de dades, perquè el contingut d'informació d'un ci, la manera com es defineix aquest i altres aspectes depenen del model de dades que s'utilitzi.

1.3 Enfocament del nostre treball

L'objectiu essencial del nostre treball és explorar una nova via de solució del problema de l'anàlisi de derivabilitat. Aquesta nova via consisteix, bàsicament, en definir l'esquema[3] o diccionari de les informacions del sistema, on hi constin tots els tipus d'informació que puguin existir (a l'entrada, a la sortida, com a resultats de càlculs, etc.). A partir d'aquest esquema es poden definir fàcilment tots els conjunts d'informació que interessin, i aquesta definició es pot fer independentment uns d'altres.

En aquestes condicions, l'anàlisi de derivabilitat es pot plantejar com un procediment o algorisme que rep la definició dels cis d'entrada i sortida del sistema i l'esquema corresponent, i que ens dóna com a resultat si els cis de sortida són derivables o no. Vegi's la figura 1.

Ara bé, com que la definició de l'esquema s'ha de fer emprant un model de dades concret, això ens representaria replantejar-ho tot per a cada model possible. Hi ha, però, un altre possible enfocament, que és el que prendrem, consistent en plantejar el problema a dos nivells. El primer és el general, independent de qualsevol model, en el qual formulem el problema i establim les relacions bàsiques generals entre els elements que hi intervenen. El segon nivell és el concret, que obtenim de l'anterior aplicant-li les especificitats d'un model concret.

En aquest treball ens limitarem al model informacional, però intentarem separar clarament el que correspon al nivell general i el que correspon al nivell concret del model informacional. L'aplicació a altres models és també, en principi, possible, però encara està en vies d'estudi.

En l'apt. següent (2), analitzem, en general, els trets que ens interessen dels models de dades i de l'estructura dels esquemes. Ho apliquem al model informacional i definim un esquema-exemple en aquest model, que ens servirà pels apartats posteriors.

A l'apt. 3 tractarem de la qüestió de la definició dels cis i, en particular, d'una classe especial d'ells: els fitxers elementals.

A l'apt. 4 analitzarem a fons els tema de les relacions de precedència, distingint en-

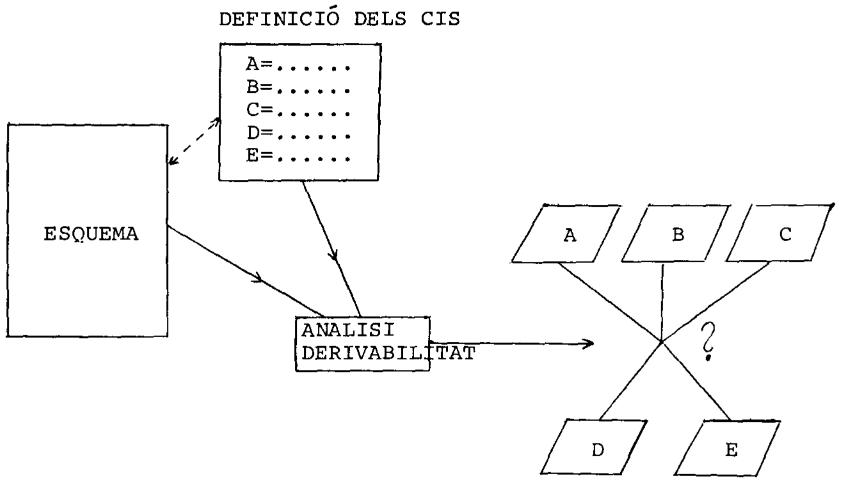

Fig. 1
Enfocament de l'anàlisi de la derivabilitat

tre els aspectes generals i els específics d'un model. Amb això, l'apt. 5 tracta del problema de l'anàlisi de la derivabilitat, suggerint un procediment de solució, que s'aplica a dos senzills exemples, resolts en el model informacional.

Finalment, a l'apt. 6 treiem les conclusions del treball, assenyalem àrees de recerca futures i n'explorem altres camps d'aplicació.

2. MODELS I ESQUEMES

En el nostre àmbit, un model és una eina que permet modelar les informacions d'un cert Univers de Discurs (UD). De l'aplicació del model, en surten un conjunt de tipus d'informació, tals que cada informació de l'UD respon a un, i només un, tipus d'informació.

La definició dels tipus d'informació d'un UD és el seu esquema. Els elements concrets que formen la definició d'aquests tipus depenen del model que s'utilitzi. Naturalment, però, sempre s'han de definir els tipus d'entitat que hi intervenen, entre altres coses.

En relació a un cert UD, un tipus d'informació és bàsic o derivat. És *bàsic* si les informacións corresponents no es poden derivar de les dels altres tipus de l'UD; i *derivat* en cas contrari. En aquest segon cas, cal distingir entre els que es poden derivar amb les operacions del model (quan aquest en te) i els que es poden derivar mitjançant operacions no definides en el model. Als primers els anomenem derivats amb *regla estàndard* i als segons derivats amb *regla particular*.

Segons això, podem distingir tres fragments dins d'un esquema: (1) el bàsic, que inclou tots els tipus bàsics; (2) el derivat amb regla estàndard, que inclou tots els tipus derivats amb regles estàndard; i (3) el derivat amb regla particular, que inclou els tipus resultants de l'aplicació de les regles particulars. Per a cada UD, s'han de definir els fragments (1) i (3); el fragment (2), en canvi, no cal definir-lo perquè es pot definir aplicant les operacions del model. Vegi's la figura 2, on les fletxes indiquen quins tipus d'informació poden intervenir en la derivació d'altres tipus, dels dos fragments derivats.

Deixant de banda com es deriven, els tipus d'informació d'un esquema no són mutuament independents, sinò que poden existir relacions entre ells. De cara als nostres propòsits és relevant una classe d'aquestes relacions, que són les *implicacions*, que corresponen al que se sol anomenar "integrity constraints" en l'àrea de les bases de dades.

Les implicacions poden ésser completes o parcials. Diem que hi ha una implicació *completa* entre dos tipus d'informació a i b, i ho escrivim $a \rightarrow b$, quan a i b tenen el mateix nombre i els mateixos tipus d'entitat i per cada informació de tipus a hi ha una informació de tipus b amb les mateixes entitats.

Per exemple, si a = Natural de Barcelona (persona) i b = Natural de Catalunya (persona), podem dir que $a \rightarrow b$ perquè totes les persones nascudes a Barcelona també han nascut a Catalunya. Un altre exemple, ara relatiu a una biblioteca, pot ésser a = A reclamar (préstec, dia) i b = Pendent de tornar (préstec, dia) on també tenim $a \rightarrow b$ ja que si, en un cert dia, un préstec d'un llibre s'ha de reclamar és perquè està pendent de tornar aquest mateix dia.

Una implicació entre dos tipus d'informació a i b és *parcial*, i escrivim $a \xrightarrow{p} b$, quan a i b tenen m ($m \geq 1$) tipus d'entitat idèntics (però no tots) i per cada informació de tipus a hi ha una informació de tipus b amb les mateixes entitats. Per exemple, si a = Dades préstec (préstec, llibre) i b = Noms (llibre,

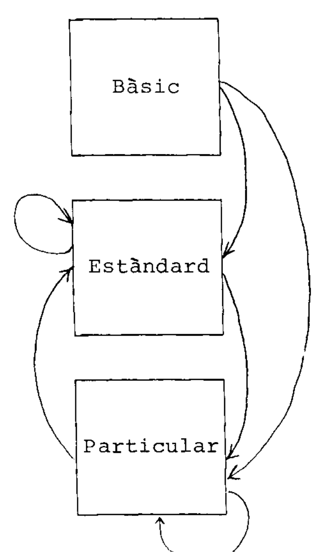

Fig. 2.
Els tres fragments d'un esquema

títol) podria ésser $a \xrightarrow{p} b$ si tots els llibres d'a estan a b.

Quan hi ha una implicació completa entre a i b, en els dos sentits, diem que hi ha una -- equivalència semàntica entre a i b i escrivim $a \equiv b$. Normalment, les equivalències semàntiques provenen del fet que una seqüència d'operacions d'un model produeix com a resultat un tipus d'informació semànticament equivalent al produit per una altra seqüència -- distinta. També es poden produir quan, per - la raó que sigui, a l'esquema hi ha dos tipus d'informació "sinònims".

Les implicacions, i les equivalències semàntiques, poden ésser generals o particulars. Són generals quan es poden definir en un model i es poden aplicar a tots els esquemes - fets amb ell. Són, doncs, d'ús general dins del model. En canvi, són particulars quan - s'han de definir dins d'un esquema concret. La figura 3 indica aquesta classificació i - les abreviatures que farem servir d'ara en - endevant.

Anem a concretar tots aquests conceptes a models i esquemes concrets. Com hem dit a la introducció, ens limitarem al model informacional. La presentació que n'anem a fer no - preten d'ésser completa, raó per la qual el lector interessat és possible que hagi de recórrer a la referència /2/.

Per a poder definir un esquema concret prendrem un cas imaginari de préstecs i devolucions de llibres d'una biblioteca. Els tipus d'entitat d'aquest UD són: socis, préstecs, llibres, dates i devolucions. Els tipus d'informació són:

1. Nom dels socis.

Per cada préstec:

2. Llibre prestat
3. Soci
4. Data del préstec
5. Data de devolució prevista
6. Data de devolució real

Per cada devolució:

7. Préstec corresponent
8. Llibre retornat
9. Data de la devolució
10. Préstecs pendents de tornar en un cert -- dia
11. Préstecs a reclamar en un cert dia

Suposarem que tant un préstec com una devolució només ho són d'un sol llibre, i que un - soci pot tenir en préstec qualsevol nombre - de llibres en un cert dia. No estan previstes pròrrogues de préstecs, i la data de devolució prevista d'un préstec és la seva data més 30 dies.

Els tipus (5) a (7), el (10) i (11) són derivats dels altres. Per exemple, el (5) es pot derivar del (4); el (6) dels (8), (9) i (2); etc.

2.1 El model informacional

En aquest model hi ha tres grans classes -- d'informacions:

(1) Les que afirmen l'existència d'una entitat concreta, com, per exemple, "Existeix

Implicació	Completa	General (de model)	ICM
		Particular (d'esquema)	ICE
	Parcial	General (de model)	IPM
		Particular (d'esquema)	IPE
Equivalències semàntiques		General (de model)	ESM
		Particular (d'esquema)	ESE

Fig. 3
Classificació implicacions i equivalències semàntiques

el llibre 84-85047-10-9". Els tipus corresponents els designem mitjançant la notació <e> essent e el tipus d'entitat. Segons això, la informació anterior és del tipus <llibre>.

(2) Les que afirmen que una entitat concreta te una certa propietat, expressada aquesta amb un predicat monàdic que pot ésser satisfet o no per l'entitat. Per exemple, "El llibre 84-85047-10-9 és interessant". Designem aquests tipus d'informació mitjançant la notació b_i=<e,p> essent e el tipus d'entitat i p la propietat. Per tant, la informació anterior seria del tipus b_i=<llibre,és interessant>. Diem que e és l'entitat subjecte, o $S(b_i)=e$.

Aquests tipus d'informació s'anomenen tipus d'atribució de propietat (tap).

(3) Les que afirmen el valor d'un atribut d'una certa entitat. Aquest valor és, al hora, una altra entitat. Per exemple "Llibre 84-85047-10-9, autor, persona H. A. Simon". Designem aquests tipus amb la notació a_i=<e_1,atribut,e_2>, de manera que la informació anterior és del tipus a_i=<llibre,autor,persona>. Diem que e_1 és l'entitat subjecte, o $S(a_i)=e_1$ i que e_2 és l'entitat objecte, o $O(a_i)=e_2$.

Aquests tipus d'informació s'anomenen tipus d'objecte [4] (tao).

El model requereix que es defineixin una sèrie de característiques per cada tipus, depenent de la seva classe. Les que farem servir en aquest article són:

- Domini d'un tap b_i : $D(b_i)=b_j$

- Domini d'un tao a_i : $D(a_i)=b_j$

- Recorregut d'un tao a_i : $R(a_i)=b_k$

- Exhaustivitat d'un tao a_i : $Exh(a_i)$=si o no

- Injectivitat d'un tao a_i : $Inj(a_i)$=si o no

Observi's que les tres primeres són, de fet, implicacions. La primera, en particular, és una implicació completa ja que ens indica que totes les entitats que satisfan b_i també satisfan b_j.

El model informacional te definides una sèrie d'operacions, descrites en /3/. Les que farem servir més endavant són:

- Conjunció de taps: $b = b_1 \wedge b_2$

- Disjunció de taps: $b = b_1 \vee b_2$

- Projecció d'un tao: $b = \mathrm{Proj}[\bar{a}, b']$

- Composició tao-tap: $b = a * b'$

- Composició de taos: $a = a_1 * a_2$

- Selecció d'entitats: b = e = valor

- Inversió d'un tao: $a = \mathrm{Inv}(a')$

De l'anàlisi d'aquestes regles, es poden deduir algunes equivalències semàntiques i algunes implicacions completes. A les taules 1 i 2, respectivament, hi figuren les que referenciarem posteriorment.

Semblantment, a la taula 3 hi ha la definició de l'esquema corresponent a l'exemple de l'apt. anterior.

3. FITXERS ELEMENTALS

Un conjunt d'informació (ci) és un conjunt que conté un cert nombre d'informacions, d'un o més tipus. Aquí només ens interessarem pels cis elementals, que són aquells que contenen informacions d'un sol tipus, i que aquest és elemental. En el model informacional, tots els tipus són necessàriament elementals, però això no és cert per a tots els models.

Els cis no elementals sempre es poden descompondre en altres elementals.

3.1 Conjunts totals

Entenem per conjunt total d'informacions d'un tipus a, que representem per A, el conjunt de totes les informacions existents a l'UD de tipus a. Per exemple, si en el model informacional tenim a_4=<préstec,data,dia> i l'UD compren l'interval de temps que va del dia 0 al dia d, A_4 serà el conjunt de les informacions de tipus a_4 per a tots els prés-

Taula 1
Equivalències semàntiques del model informacional

ESM.1	$Proj[a,a*b] \equiv b$	si $b \to R(a)$ i $Exh(a) = \underline{si}$
ESM.2	$Proj[a,b] \equiv Inv(a) * b$	si $Inj(a) = \underline{si}$
ESM.3	$Proj[a] \wedge b \equiv b$	si $b \to R(a)$ i $Exh(a) = \underline{si}$
ESM.4	$Proj[a_1] \equiv Proj[a_1, a_2*b_2 \wedge \ldots \wedge a_1*b_i]$ Si $a_1, a_2, \ldots, a_i$ són atribucions identificadores[4] de la mateixa entitat.	
ESM.5	$a * Inv(a) * a' \equiv a'$	
ESM.6	$Proj[a, b \wedge b'] \equiv Proj[a,b]$	si $b \to b'$
ESM.7	$a * a' \equiv a * a''$	si $a' \equiv a''$
ESM.8	$b \equiv b \wedge D(b)$	

Taula 2
Implicacions completes del model informacional

ICM.1	$Proj[a,b] \to R(a)$	
ICM.2	$a * b \to D(a)$	
ICM.3	$a * b \to a * b'$	si $b \to b'$
ICM.4	$b \wedge b' \to b$	
ICM.5	$b \wedge D(b)$	

tecs produits entre el dia 0 i el dia d.

Com que, per definició una informació no pot pertànyer a dos tipus diferents, els conjunts totals són sempre disjunts.

3.2 Fitxers elementals

Un subconjunt qualsevol d'un conjunt total és un <u>fitxer elemental</u> (o, simplement, fitxer). Els designarem mitjançant els simbols $I, I_1, \ldots, I_n$.

Els fitxers elementals s'obtenen mitjançant unes <u>operacions de restricció</u> S_i, a definir en cada model, que s'apliquen sobre dos conjunts totals A i B i donen el fitxer que denotem per $I=S_i(A,B)$, essent A el conjunt total <u>base</u> i B el de <u>restricció</u>. També podem escriure $I=S_i(a,b)$ atés que no pot haver-hi cap mena de confusió.

El fitxer resultant de la restricció, I, és un subconjunt del conjunt total base A. B s'empra per a seleccionar -segons la definició que dongui el model per a S_i- les informacions d'A que formen I. Per tant, tenim que $I=S_i(a,b) \subseteq A$. Podria donar-se el cas que cap informació d'A fós seleccionada; en aquest cas I seria buit.

Un cas particular es presenta quan no hi ha conjunt de restricció. Llavors $I=S_i(a)=A$ per a qualsevol S_i.

Un model pot tenir definides una o més operacions de restricció, cada una de les quals te els seus propis requeriments i funciona diferentment de les altres. Totes, però, han de satisfer la següent propietat:

(1) Si $b_1 \to b_2$ llavors $S_i(a,b_1) \subseteq S_i(a,b_2)$

Als fitxers elementals que tenen el mateix conjunt base se'ls hi poden aplicar les operacions clàssiques de la teoria de conjunts: unió, intersecció i diferència.

Direm que dos fitxers I_1 i I_2 són <u>idèntics</u>, $I_1=I_2$, si contenen les mateixes informacions o si aquestes són semànticament equivalents.

Anem ara a concretar les operacions de restricció al model informacional.

3.3 Fitxers elementals en el model informacional

En aquest model podem definir quatre operacions de restricció: S_1, S_2, S_3 i S_4. En tots els casos el conjunt total de restricció és

Taula 3
Definició de l'esquema exemple en el model informacional

		Fragment (*)	Característiques (**)
a_1	= <soci,denominació,nom>	B	
a_2	= <préstec,objecte,llibre>	B	
a_3	= <préstec,soci,soci>	B	
a_4	= <préstec,data,dia>	B	
a_5	= <préstec,data devolució,dia>	E	$a_5 = a_{12} * a_8$
a_6	= <préstec,data devolució prevista,dia>	P	
a_7	= <devolució,objecte,llibre>	B	
a_8	= <devolució,data,dia>	B	
a_9	= <devolució,préstec,préstec>	P	$Inj(a_9)$ = si
a_{10}	= <(préstec,dia),dia,dia>	I	$Exh(a_{10})$ = si
a_{11}	= <(préstec,dia),préstec,préstec>	I	$Exh(a_{11})$ = si
a_{12}	= <préstec,devolució,devolució>	E	$a_{12} = Inv(a_9)$
a_{13}	= <(préstec,dia),dia anterior,(préstec,dia)>[5]	P	$Inj(a_{13})$ = si
a_{14}	= <dia,dia anterior,dia>[6]	P	$Inj(a_{14})$ = si
a_{15}	= <(préstec,dia),dia següent,(préstec,dia)>[7]	E	$a_{15} = Inv(a_{13})$
b_1	= <(préstec,dia),pendent de tornar>	P	$D(b_1) = \epsilon$
b_2	= <(préstec,dia),a reclamar>	P	$D(b_2) = b_1$

ESE.1 $\quad a_{13} * a_{10} \equiv a_{10} * a_{14}$

(*) : B=Bàsic; P=Derivat amb regla particular; E=Derivat amb regla estàndard; I=Atribució identificadora[4].

(**): Tots els taos tenen $D(a)=\epsilon$, $R(a)=\epsilon$, $Exh(a)$=no i $Inj(a)$=no excepte quan s'indica el contrari.

el d'un tap b qualsevol.

El conjunt base de S_1 ha d'ésser un tipus d'informació dels que afirmen l'existència d'una certa entitat. Llavors, $I=S_1(e,b)$ és el conjunt de totes les informacions de tipus <e> tals que les entitats satisfan b.

Per exemple, si b=<llibre,és interessant>, S_1(llibre,b) és el conjunt d'informacions que afirmen l'existència d'un cert llibre, restringit als llibres que són interessants.

L'operació de restricció S_2 s'aplica a taps: $S_2(b,b')$ i dona el conjunt d'informacions de tipus b, tal que les seves entitats també satisfan b'. Per exemple, si b és com abans i b'=<llibre,és car> $S_2(b,b')$ és el conjunt d'informacions que afirmen que un llibre concret és interessant, restringit als que són cars.

Ara bé, $S_2(b,b')$ és equivalent a $S(b \wedge b')$ ja que ambdós contenen la mateixa informació. Per tant:

(2) $S_2(b,b') = S_2(b \wedge b') = S(b \wedge b')$

Els conjunts base de les altres dues operacions de restricció és un tao qualsevol a. $S_3(a,b)$ dóna el conjunt de les informacions de tipus a tals que les seves entitats subjecte satisfan b. En canvi, $S_4(a,b')$ dóna el conjunt de les informacions de tipus a tals que les seves entitats objecte satisfan b'. Si, per exemple,

a = <llibre,autor,persona>,

b = <llibre,és interessant> i

b' = <persona,és americana>,

$S_3(a,b)$ serà el fitxer que conté els llibre-autor dels llibres que són interessants i $S_4(a,b')$ el que conté els llibre-autor pels autors americans.

Aquestes operacions satisfan algunes propietats. Algunes d'elles són:

(3) $S_i(a,b\wedge b') = S_i(a,b) \cap S_i(a,b')$

per a qualsevol S_i.

(4) $S_i(a,b\vee b') = S_i(a,b) \cup S_i(a,b')$

per a qualsevol S_i.

(5) $S_3(a,a*b) = S_4(a,b)$

(6) $S_2(b,b') = S_2(b,b'\wedge D(b))$

ja que

$S_2(b,b') = S(b\wedge b')$

$b \equiv b\wedge D(b)$

$S_2(b,b') = S(b\wedge b'\wedge D(b)) = S(b,b'\wedge D(b))$

per (2).

4. RELACIONS DE PRECEDÈNCIA

4.1 Definició

Siguin X, Y, Z conjunts qualsevols de fitxers elementals (cfe) $\{I_1,\ldots,I_n\}$. Direm que Y és un precedent de X si cada un dels fitxers elementals de X es pot obtenir a partir dels fitxers elementals de Y. Es a dir, Y és un precedent de X si existeix un procés d'informació en el qual Y és l'entrada i X la sortida.

Totes les precedències existents entre cfes d'un mateix esquema formen una relació de precedència P. Escriurem $P[X,Y]$ si Y és un precedent de X. Aquesta relació te, per definició, les següents propietats:

(a) $P[X,X]$

(b) Si $P[X,Y]$ llavors $P[X,Y\cup Z]$ per a qualsevol Z.

(c) Si $P[X_1,Y_1]$ i $P[X_2,Y_2]$ llavors $P[X_1\cup X_2,Y_1\cup Y_2]$

En particular, si $P[X,Y]$ i $P[X_2,Y]$ llavors també tindrem $P[X_1\cup X_2,Y]$

(d) Si $P[X,Y]$ i $Y_1\subset Y$ i $P[Y_1,Z]$ llavors $P[X,(Y-Y_1)\cup Z]$

En particular, si $P[X,Y_1\cup Y_2]$ i $P[Y_1,Y_3]$ llavors $P[X,Y_2\cup Y_3]$.

També tenim que si $P[X,Y]$ i $P[Y,Z]$ llavors $P[X,Z]$.

(e) Si $P[X,Y]$ i $X_1\subset X$ llavors $P[X_1,Y]$.

Per tant, P és una relació binària, reflexiva (a), no simètrica i transitiva (d).

4.2 Regles de precedència

Anomenarem "precedència" a un element de P. Hi ha dues classes de precedències a P: les bàsiques i les derivades. Les derivades s'obtenen de les bàsiques a partir de les propietats (a) ÷ (e) anteriors. Les bàsqiues, en canvi, s'obtenen aplicant a l'esquema unes regles de precedència (Veure figura 4).

Alhora, hi ha tres classes de regles de precedència (veure la figura 5). En primer lloc, hi ha les que s'obtenen aplicant unes regles generals de precedència (RGP) a un model, que ens donen unes regles de precedència de model (RPM). Les RGP són independents de qualsevol model. En canvi, les RPM depenen d'un model concret i es poden aplicar a tots els esquemes d'aquest model.

En segon lloc, cada regla estàndard d'un model te associades una o més regles de prece-

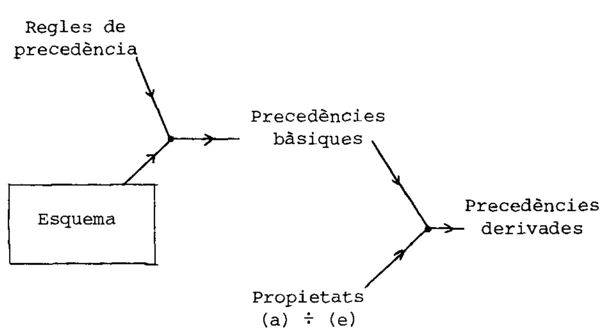

Fig. 4.
Obtenció de les precedències.

dència de regla estàndard (RPRE), que defineixen quins fitxers elementals d'entrada són necessaris per a obtenir un fitxer elemental tal que el seu conjunt base és l'obtingut per la regla estàndard en questió. Les RPRE depenen, naturalment, del model que es tracti i es poden aplicar a tots els esquemes d'aquest model.

Finalment, per cada tipus d'informació d'un esquema, derivant amb regla particular, ha d'haver-hi una o més regles de precedència de regla particular (RPRP) que defineixin quins són els fitxers elementals necessaris per a obtenir un fitxer elemental tal que el seu conjunt base és aquell tipus d'informació. Les RPRP només es poden aplicar a un esquema concret.

A continuació, anem a analitzar cada una d'aquestes classes de regles.

4.3 Regles generals de precedència (RGP)

Com hem dit abans, aquestes regles són independents de models i d'esquemes concrets. A continuació en definim algunes d'elles.

Per a qualsevols a, b, c, S_i i S_j:

RGP.1 $P[\{S_i(a,b) \cap S_j(a,c)\},\{S_i(a,b),S(c)\}]$

Això ho definim com a postulat. Es pot justificar fàcilment si tenim en compte que

$S_i(a,b) \cap S_j(a,c) \subseteq S_i(a,b)$

i, per tant, si disposem de S(c) podem seleccionar les informacions de $S_i(a,b)$ tals que també estan a $S_j(a,c)$.

RGP.2 Si $S_i(a,b) \subseteq S_i(a,c)$ llavors
$P[\{S_i(a,b)\},\{S_i(a,c),S(b)\}]$

Surt de RGP.1 ja que en aquest cas

$S_i(a,b) = S_i(a,c) \cap S_i(a,b)$

RGP.3 $P[\{S_i(a,b)\},\{S(a),S(b)\}]$

També surt de RGP.1 ja que

$S_i(a,b) = S(a) \cap S_i(a,b)$

perque

$S_i(a,b) \subseteq S(a)$

4.4 Regles de precedència del model informacional (RPM)

Les que s'obtenen aplicant les regles generals de precedència al model informacional són les que s'indiquen a continuació. Les regles són vàlides per qualsevol tao a i per qualsevols taps b, b'.

RPM.1 $P[\{S_3(a,b\wedge b')\},\{S_3(a,b),S_2(b,b')\}]$

Per ICM.4 $b\wedge b' \rightarrow b$
Per (1) $S_3(a,b\wedge b') \subseteq S_3(a,b)$
Per RGP.2 $P[\{S_3(a,b\wedge b')\},\{S_3(a,b),S(b\wedge b')\}]$
Per (2) $S(b\wedge b') = S_2(b,b')$

RPM.2 $P[\{S_3(a,a*b)\},\{S(b),S_3(a,b')\}]$

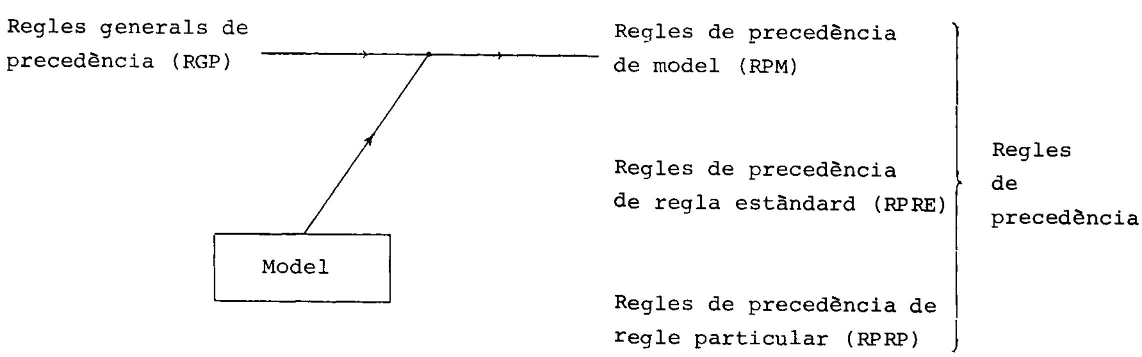

Fig. 5.
Classificació de les regles de precedència.

si $a*b \rightarrow b'$.

Per (1) $S_3(a,a*b) \subseteq S_3(a,b')$
Per (5) $S_3(a,a*b) = S_4(a,b)$
Per tant $S_3(a,a*b) = S_3(a,b') \cap S_4(a,b)$
Per RGP.1 $P[\{S_3(a,a*b)\},\{S_3(a,b'),S(b)\}]$

RPM.3 $P[\{S_3(a,a*b)\},\{S(b),S(a)\}]$

Per (5) $S_3(a,a*b) = S_4(a,b)$
i com que $S_4(a,b) \subseteq S(a)$
Per RPG.2 $P[\{S_3(a,a*b)\},\{S(a),S(b)\}]$

RPM.4 $P[\{S_3(a,b \wedge a*b')\},\{S_3(a,b),S(b')\}]$

Per (3) $S_3(a,b \wedge a*b') = S_3(a,b) \cap S_3(a,a*b')$
Per (5) $S_3(a,a*b') = S_4(a,b')$
Per tant, aplicant RPG.1 obtenim RPM.4

RPM.5 $P[\{S_3(a,b \wedge a*b')\},\{S_3(a,a*b'), S(b)\}]$

Demostració semblant al cas anterior.

RPM.6 Si $b \rightarrow D(a)$

$P[\{S(b)\},\{S_3(a,b)\}]$

Prové del fet que de $S_3(a,b)$ es pot derivar $S(D(a) \wedge b)$ perquè les entitats subjecte de $S_3(a,b)$ satisfan $D(a) \wedge b$. Per tant,

$P[\{S(D(a) \wedge b)\},\{S_3(a,b)\}]$

A més, com que $b \rightarrow D(a)$, resulta que -- $D(a) \wedge b = b$, d'on surt RPM.6

RPM.7 $P[\{S_4(a,e=v)\},\{S(a*(e=v))\}]$

Prové del fet que quan el conjunt de restricció és el tap derivat amb la regla estàndard b=e=valor[8], per a obtenir $S_4(a,e=v)$ n'hi ha prou amb disposar de les entitats subjecte que satisfan $a*(e=v)$ ja que només hi ha una entiat objecte, que és la v.

4.5 Regles de precedència de regles estàndard (RPRE)

Per cada regla d'un model s'han de definir - una o més RPRE. Sigui r una regla estàndard tal que $a=r(a_1,...,a_n)$ essent a, $a_1,...,a_n$ - tipus d'informació qualsevols, compatibles -és clar- amb r. El mètode de definició de - les RPRE que proposem consisteix en definir per cada regla del model $P[\{S_i(a,b)\},X]$ on

- a és el tipus d'informació derivat per r.
- S_i és qualsevol operació de restricció compatible amb a.
- b és un tipus d'informació qualsevol, compatible amb S_i, que actua com a paràmetre de la RPRE.
- X és el cfe precedent de $S_i(a,b)$ que tindrà, també, com a paràmetre b.

Aplicant aquest mètode, les RPRE de les regles estàndard que utilitzarem en els exemples són les següents (on a i a' són taos -- qualsevols i b és qualsevol tap):

RPRE.1 $P[\{S_3(a*a',b)\},\{S_3(a,b),S_3(a',\mathrm{Proj}[a,b])\}]$

RPRE.2 $P[\{S_3(\mathrm{Inv}(a),b)\},\{S_3(a,a*b)\}]$

Observi's que no cal definir les RPRE per S_4 ja que, segons (5), $S_4(a,b)=S_3(a,a*b)$.

4.6 Regles de precedència de regles particulars (RPRP)

Com hem dit abans, per cada tipus d'informació d'un esquema, derivat amb regla particular, cal definir quins són els seus precedents, mitjançant una o més regles de precedència. El mètode de definició és el mateix que per les RPRE.

Aplicant-ho a l'esquema exemple de la Taula 3, on hi ha 6 tipus d'informació que són derivats amb regla particular, surt[9]:

RPRP.1 $P[S_3(a_6,b),S_3(a_4,b)]$

RPRP.2 $P[S_3(a_9,b),X]$ amb

$$X = \{S_3(a_7,b),S_3(a_8,b),S_3(a_2,a_2*\mathrm{Proj}[a_7,b] \wedge a_5*\mathrm{Proj}[a_8,b])\}$$

RPRP.3 $P[S_3(a_{13},b),S_1((\text{préstec},\text{dia}),b)]$

RPRP.4 $P[S_3(a_{14},b),S_1(\text{dia},b)]$

RPRP.5 $P[S_2(b_1,b),X]$ amb

$$S = \{S_3(a_5,\mathrm{Proj}[a_{11},b] \wedge a_5*\mathrm{Proj}[a_{10},b]), S_3(a_4,\mathrm{Proj}[a_{11},b] \wedge a_4*\mathrm{Proj}[a_{10},b]), S_2(b_1,\mathrm{Proj}[a_{13},b])\}$$

RPRP.6 $P[S_2(b_2,b),S_3(a_6,\mathrm{Proj}[\bar{a}_{11},\bar{b}])]$

5. ANÀLISI DERIVABILITAT

Diem que el conjunt de fitxers elementals -- (cfe) X és derivable del cfe Y, en un cert - esquema, si $P[\bar{X},\bar{Y}]$.

Per tant, analitzar la derivabilitat del cfe X consisteix en verificar si existeix, en P, la precedència $P[\bar{X},\bar{Y}]$. La manera més òbvia - de fer aquesta verificació consistiria en generar, primer, tots els elements de P i, a - continuació, veure si $P[\bar{X},\bar{Y}]$ forma part o no de P. Ara bé, aquesta manera de procedir no és factible perquè P conté un nombre infinit d'elements.

En conseqüència, per fer l'anàlisi, cal un - procediment que vagi generant els elements - de P a mida que els vagi necessitant. La mecànica que proposem a continuació segueix -- aquest enfocament.

5.1 Mecànica

Si tenim en compte la propietat (e) de P, resulta que si el cfe X és derivable del cfe Y implica que, per cada $I_j \in X$, $P[\bar{I}_j,\bar{Y}]$. Es a -- dir, que l'anàlisi de la derivabilitat es -- pot fer independentment per cada fitxer elemental del cfe X.

Segons això, l'anàlisi de la derivabilitat - del cfe X a partir del cfe Y es pot fer a -- passos. A cada pas, tenim un fitxer elemental $I_j \in X$ pel qual hem de verificar que $P[\bar{I}_j,\bar{Y}]$.

Normalment, no es dedueix directament $P[\bar{I}_j,\bar{Y}]$ sinò que es dedueix una precedència $P[\bar{I}_j,\bar{Z}]$ essent Z un cfe. En aquest cas, el pas es divideix en tants subpassos com fitxers elementals hi ha a Z i I_j serà derivable si tots - els fitxers de Z ho són. Si algún d'aquests no ho és, I_j tampoc ho és. Abans, però, d'arribar a aquesta conclusió cal explorar totes les alternatives possibles.

Sigui $I=S_i(a,b)$ el fitxer a analitzar. Les - alternatives que poden existir són:

A.1 Substituir a o b per tipus d'informació semànticament equivalents, de model -- (ESM) o d'esquema (ESE), si n'hi ha.

A.2 Substituir I per un fitxer idèntic, si és possible.

A.3 Si a és un tipus d'informació derivat - amb regla estàndard, podem treure els - precedents del fitxer I de les regles - de precedència provinents deles regles estàndard (RPRE).

A.4 També es poden deduir els precedents -- del fitxer I a partir de les regles de precedència de model (RPM), si alguna - n'és aplicable.

A.5 Finalment, si a és un tipus d'informa-- ció derivat amb regla particular, podem treure precedents del fitxer I a partir de les regles de precedència de les regles particulars (RPRP).

Anem a aplicar aquesta mecànica a dos casos, en el model informacional, basats en l'esquema exemple de la Taula 3.

5.2 Primer exemple

Volem analitzar si es pot derivar el fitxer:

- Préstecs a reclamar en el dia d, o sigui

$I_1 = S_2(b_2,a_{10}{*}dia{=}d)$

a partir del fitxer:

- Data de devolució prevista dels préstecs - que estan pendents de tornar en el dia d, o sigui

$I_2 = S_3(a_6,\mathrm{Proj}[\bar{a}_{11},b_1 \wedge a_{10}{*}dia{=}\bar{d}])$

Anàlisi

$I_1 = S_2(b_2,a_{10}{*}dia{=}d \wedge b_1)$ per (6)

$P[\bar{I}_1,\bar{I}_3]$ amb $I_3=S_3(a_6,\mathrm{Proj}[\bar{a}_{11},a_{10}{*}{*}dia{=}d \wedge \bar{b}])$ RPRP.6

$I_3 = I_2$

5.3 Segon exemple

Volem analitzar si es pot derivar el fitxer:

- Préstecs pendents de tornar en el dia d, o sigui

$I_1 = S_2(b_1, a_{10} * dia=d)$

a partir dels fitxers:

- Préstecs pendents de tornar en el dia d-1

$I_2 = S_2(b_1, a_{15} * a_{10} * dia=d)$

- Préstecs tornats el dia d

$I_3 = S_3(a_9, a_8 * dia=d)$

- Préstecs fets el dia d

$I_4 = S_4(a_4, dia=d)$

Pas 1. Anàlisi I_1

$P[I_1, Y]$ amb Per RPRP.5

$$Y = \{I_5 = S_3(a_5, Proj[\bar{a}_{11}, a_{10} * dia=d] \wedge a_5 * Proj[\bar{a}_{10}, a_{10} * dia=d]),$$
$$I_6 = S_3(a_4, Proj[\bar{a}_{11}, a_{10} * dia=d] \wedge a_4 * Proj[\bar{a}_{10}, a_{10} * dia=d]),$$
$$I_7 = S_2(b_1, Proj[\bar{a}_{13}, a_{10} * dia=d])$$

Pas 1.1. Anàlisi I_5

$I_5 = S_3(a_5, Proj[\bar{a}_{11}, a_{10} * dia=d] \wedge \wedge a_5 * dia=d)$ ESM.1

ja que $(dia=d) \rightarrow R(a_{10})$ i $Exh(a_{10}) = \underline{si}$

$I_5 = S_3(a_5, Proj[\bar{a}_{11}] \wedge a_5 * dia=d$ ESM.4

$I_5 = S_3(a_5, a_5 * dia=d)$ ESM.3

ja que $a_5 * dia=d \rightarrow R(a_{11})$ i $Exh(a_{11}) = \underline{si}$

$I_5 = S_3(a_{12} * a_8, a_5 * dia=d)$

ja que $a_5 = a_{12} * a_8$

$P[I_5, \{I_8 = S_3(a_{12}, a_5 * dia=d), I_9 = S_3(a_8, Proj[\bar{a}_{12}, a_5 * dia=d])\}]$ per RPRE.1

Pas 1.1.1. Anàlisi I_8

$I_8 = S_3(a_{12}, a_5 * dia=d)$

$I_8 = S_3(Inv(a_9), a_5 * dia=d)$

ja que $a_{12} = Inv(a_9)$

$P[I_8, I_{10} = S_3(a_9, a_9 * a_5 * dia=d)]$ RPRE.2

$a_5 = a_{12} * a_8$

$a_5 = Inv(a_9) * a_8$

$a_9 * a_5 = a_9 * Inv(a_9) * a_8$ ESM.7

$a_9 * a_5 = a_8$ ESM.5

$I_{10} = S_3(a_9, a_8 * dia=d) = I_3$

Pas 1.1.2. Anàlisi I_9

$I_9 = S_3(a_8, Proj[\bar{a}_{12}, a_5 * dia=d])$

$a_5 = a_{12} * a_8$

$I_9 = S_3(a_8, Proj[\bar{a}_{12}, a_{12} * a_8 * dia=d])$

$I_9 = S_3(a_8, a_8 * dia=d)$ ESM.1

ja que $Exh(a_8) = \underline{si}$ i $R(a_8) = e$

$P[I_9, I_{10}]$ amb $I_{10} = S(a_8 * dia=d)$ RPM.7

Pas 1.1.2.1. Anàlisi I_{10}

$P[I_{10}, I_{11}]$ amb $I_{11} = S_3(a_9, a_8 * dia=d)$ RPM.6

$I_{11} = I_3$

Pas 1.2. Anàlisi I_6

$I_6 = S_3(a_4, Proj[\bar{a}_{11}, a_{10} * dia=d] \wedge \wedge a_4 * dia=d)$ ESM.1

$I_6 = S_3(a_4, Proj[\bar{a}_{11}] \wedge a_4 * dia=d)$ ESM.4

$I_6 = S_3(a_4, a_4 * dia=d)$ ESM.3

$I_6 = S_4(a_4, dia=d) = I_4$ Per (5)

Pas 1.3. Anàlisi I_7

$I_7 = S_2(b_1, a_{15} * a_{10} * dia=d)$ ESM.2

ja que $Inj(a_{13}) = \underline{si}$

$I_7 = I_2$

6. CONCLUSIONS I RECERQUES FUTURES

En els apartats anteriors hem presentat un nou procediment per a la solució del problema de l'anàlisi de derivabilitat de conjunts d'informació. L'hem aplicat en base al model informacional, sense que -en principi- això hagi d'ésser una limitació, ja que no sembla que hagi d'haver inconvenients insalvables amb d'altres models. En tot cas, una línia de recerca futura seria l'aplicació al model relacional de Codd /4/.

Creiem que el mètode proposat és, alhora, potent -per la riquesa d'elements que te en compte-, i simple -perquè hem plantejat el problema a un nivell que redueix la diversitat-. Hi ha però un punt on caldria continuar treballant. Ens volem referir a la mecànica de l'anàlisi de la derivabilitat, on caldria trobar criteris que indiquessin quina o quines són les alternatives més adequades d'explorar a cada pas. Això permetria de reduir l'esforç d'exploració necessari.

Relacionat amb l'anterior, seria interessant també formular condicions necessàries que ha de satisfer un fitxer elemental a fí d'ésser derivable d'altres, en un cert esquema. Això permetria de reduir el nombre d'exploracions a fer, ja que si en un cert pas tenim un fitxer que no satisfà aquestes condicions podem concloure que no és derivable, sense necessitat de fer-ne l'anàlisi.

L'enfocament que propugnem, com hem vist, pressuposa l'existència d'un esquema de les informacions del sistema. Aquesta pressuposició no es contradiu amb les tendències modernes en els mètodes de disseny lògic de sistemes d'informació, on hi ha una orientació més clara vers les dades, per damunt dels procediments o operacions. Per aquesta raó és possible de pensar en un nou mètode de disseny lògic, com el que hem descrit a /5/, que utilitzi el procediment d'anàlisi de derivabilitat que hem estudiat en aquest article.

Es pot pensar també en altres possibilitats d'aplicació, especialment en l'àrea de les bases de dades. Una d'elles, bastant interessant, és en el càlcul del contingut d'una base de dades. En el moment actual, aquest càlcul es fa d'una manera intuitiva, subjecte a errors, per defecte o per excés. Una manera sistemàtica podria partir, com fa Bubenko a /6/, de la definició de les transaccions (consulta, actualització, etc.) de la base de dades i del seu esquema (incloent-hi les dades "calculades"), i mitjançant un procediment semblant al de l'apartat anterior, però adaptat a la nova situació, determinar les possibles alternatives en quant al contingut de la base de dades. Aquest procediment àdhuc podria tenir en compte aspectes relatius a volum d'emmagatzemament o al temps de resposta, a fi de localitzar certs òptims.

7. BIBLIOGRAFIA

/1/ LANGEFORS, B. "Theoretical Analysis of Information Systems". Lund, Suècia, 1973.

/2/ OLIVE, A. "El model informacional" QÜESTIIÓ, Vol. 2, nº 4, desembre 1978, pags. 239-256.

/3/ OLIVE, A. "Una àlgebra informacional per al disseny lògic de sistemes d'informació". Tesi Doctoral. UPB. 1978.

/4/ CODD, E.F. "A relational model of data for large shared data banks". Comm. ACM, Vol. 13, nº 6, Juny 1970.

/5/ OLIVE, A. "Ús de l'àlgebra informacional en el disseny lògic de sistemes d'informació". Com. al CIL/79, pags. 415-427. 1979.

/6/ BUBENKO, J.A. et al. "From information requirements to DBTG-data structures". Proceedings of the ACM - SIGMOD/SIGPLAN Conference on Data. ACM, N.Y. 1976, pags. 73-85.

/7/ OLIVE, A. "Problemàtica del disseny lògis de sistemes d'informació". NOVATICA, nº 15, Maig/Juny 1977, pags. 7-16.

8. NOTES

1) Els sistemes d'informació lògics són sis-

temes que fan abstracció de la tecnologia en la qual funcionaran i de l'organització que els utilitzarà. Veure /7/.

2) Aqueste relació és el tancament transitiu de P, que s'acostuma a designar amb el simbol P^+.

3) Emprem aqui el concepte "esquema" en el sentit usual en domini de les bases de dades. La diferència és que nosaltres l'apliquem a totes les informacions d'un sistema i no només a les que estan contingudes a la base de dades.

4) Una classe especial de taos són els identificadors, que juguen un paper auxiliar, però necessari. S'apliquen a entitats compostes i donen els seus components. Per exemple, a_{10} (veure Taula 3) és un tao que dóna, per cada (préstec,dia), el dia corresponent. Una atribució concreta d'aquest tipus podria ésser

<(130,10/12/78),dia,10/12/78>

5) Aquest tao dóna, per cada entitat subjecte (préstec,dia), una entitat objecte (préstec,dia) amb el mateix préstec però amb el dia anterior. Per exemple

<(130,10/12/78),dia anterior,(130,9/12/78)>

6) Aquest tao dóna, per cada dia, el dia anterior. Per exemple,

<10/12/78,dia anterior,9/12/78>

7) Aquest tao és l'invers d'a_{13}. Dóna, per cada (préstec,dia), una entitat objecte (préstec,dia) amb el mateix préstec, però amb el dia següent.

8) La regla estàndard e=valor (per exemple, dia=10/12/78) dóna un tap b que només es satisfet per una sola entitat (en l'exemple, el dia 10/12/78). Es una regla útil en alguns casos.

9) A efectes de simplificació de la notació, considerarem equivalents $P[\{I_j\},\{I_k\}]$ i $P[I_j,I_k]$, atés que no pot haver-hi cap mena de confusió.