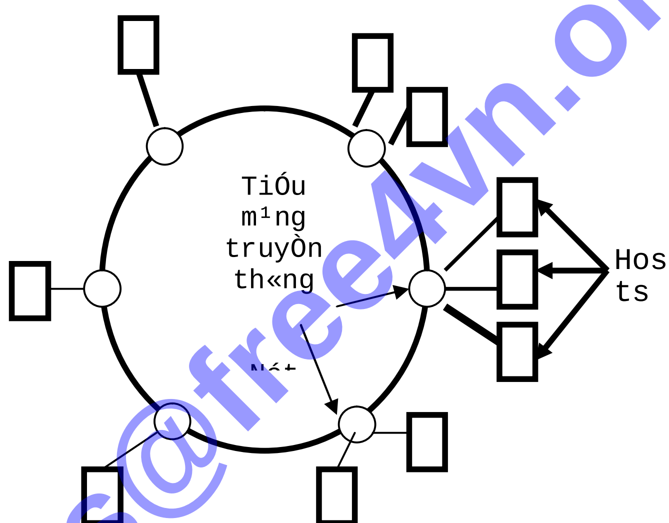
Lý thuyết

Cơ sở dữ liệu phân tán

Ch¬ng 1
m¹ng m¸y tÝnh

Trong ch¬ng nµy chóng ta sÏ th¶o luËn mét sè vÊn ®Ò liªn quan ®Õn m¹ng m¸y tÝnh, tËp trung vµo c¸c kh¸i niÖm vµ c¸c vÊn ®Ò quan träng ®èi víi c¸c hÖ CSDL ph©n t¸n. V× thÕ chóng ta sÏ bá qua hÇu hÕt c¸c chi tiÕt vÒ c«ng nghÖ vµ kü thuËt trong c¸c phÇn tr×nh bµy nµy.



H×nh 1.1. M¹ng m¸y tÝnh.

Chóng ta ®Þnh nghÜa mét m¹ng m¸y tÝnh (computer network) lµ mét tËp c¸c m¸y tÝnh tù vËn hµnh, ®îc nèi kÕt l¹i vµ cã kh¶ n¨ng trao ®æi th«ng tin gi÷a chóng (h×nh 1.1). Cã hai ý chÝnh trong ®Þnh nghÜa nµy lµ "*®îc nèi kÕt l¹i*" vµ "*tù vËn hµnh*".

Chóng ta muèn c¸c m¸y tÝnh *tù vËn hµnh* ®Ó mçi m¸y cã thÓ cho c¸c ch¬ng tr×nh ch¹y trªn chóng. Chóng ta còng muèn c¸c m¸y tÝnh *®îc kÕt nèi l¹i* ®Ó cã thÓ trao ®æi th«ng tin cho nhau. C¸c m¸y tÝnh trªn mét m¹ng thêng ®îc gäi lµ nót (node), host hoÆc tr¹m (site). Chóng t¹o ra c¸c thµnh phÇn phÇn cøng c¬ b¶n cña mét m¹ng. Nh÷ng thµnh phÇn c¬ b¶n kh¸c lµ ®êng truyÒn d÷ng ®Ó nèi kÕt c¸c nót. Chóng ta lu ý r»ng ®«i khi thuËt ng÷ host vµ node cã thÓ sö dông ®Ó nãi ®Õn mét thiÕt bÞ ®¬n thuÇn, cßn Site ®ược dµnh ®Ó nãi ®Õn c¸c thiÕt bÞ vµ c¸c phÇn mÒm ch¹y trªn ®ã.

1.1. C¸c kh¸i niÖm vÒ truyÒn d÷ liÖu

Trước tiªn chóng ta h·y ®ưa ra mét sè ®Þnh nghÜa c¬ b¶n. Theo (Stallings, 1998) *d÷ liÖu (®ược ®Þnh nghÜa) lµ c¸c thùc thÓ dïng ®Ó truyÒn t¶i ý nghÜa*. *TÝn hiÖu (signal)* lµ sù m· hãa d÷ liÖu dưới d¹ng ®iÖn hoÆc ®iÖn tõ. *Ph¸t tÝn hiÖu (signaling)* lµ hµnh ®éng g©y lan truyÒn tÝn hiÖu qua mét vËt dÉn truyÒn thÝch hîp nµo ®ã. Vµ cuèi cïng lµ sù truyÒn tin (transmission) lµ qu¸ tr×nh trao ®æi d÷ liÖu b»ng c¸ch lµm lan truyÒn vµ xö lý c¸c tÝn hiÖu".

ThiÕt bÞ (equipment) trong m«i trường truyÒn th«ng thường ®ược nèi kÕt qua c¸c ®ường truyÒn (link), mçi ®ường truyÒn cã thÓ mang mét hoÆc nhiÒu kªnh (channel). §ường truyÒn lµ mét thùc thÓ vËt lý cßn kªnh chØ lµ mét thùc thÓ logic. §ường truyÒn cã thÓ mang d÷ liÖu dưới d¹ng tÝn hiÖu sè (digital signal) hoÆc tÝn hiÖu tư¬ng tù (analog signal). Ch¼ng h¹n c¸c ®ường ®iÖn tho¹i cã thÓ mang d÷ liÖu dưới d¹ng tư¬ng tù, dï r»ng chóng ®ang dÇn dÇn ®ược thay thÕ bëi c¸c ®ường truyÒn thÝch hîp h¬n cho viÖc truyÒn t¶i sè. Mçi ®ường truyÒn cã mét søc t¶i (capacity), ®ược ®Þnh nghÜa lµ sè lượng d÷ liÖu cã thÓ ®ược truyÒn trªn ®ường truyÒn trong mét ®¬n vÞ thêi gian. Søc t¶i nµy thường ®ược gäi lµ d¶i th«ng (bandwidth) cña kªnh. Trong c¸c kªnh truyÒn tư¬ng tù, d¶i th«ng ®ược ®Þnh nghÜa lµ hiÖu sè (tÝnh b»ng Hertz) gi÷a tÇn sè thÊp nhÊt vµ tÇn sè cao nhÊt cã thÓ truyÒn ®ược trªn kªnh mçi gi©y. Trong c¸c ®ường truyÒn sè, d¶i th«ng thường ®ược xem lµ sè bit cã thÓ ®ược truyÒn trong mçi gi©y. Dùa theo d¶i th«ng chóng ta cã thÓ x¸c ®Þnh ba tÇm kªnh.

1. Kªnh ®iÖn tho¹i tư¬ng tù (analog telephone channel): Cã thÓ mang ®Õn 33 Kbps víi c¸c kü thuËt ®iÒu chÕ thÝch hîp.

2. Kªnh ®iÖn tho¹i sè (digital telephone channel): Cã thÓ mang 56 hoÆc 64 Kbps (®ược gäi lµ tèc ®é ISDN).

3. Kªnh b¨ng réng (broadband channel): Cã thÓ mang 1,5 Mbps hoÆc h¬n; chóng t¹o ra c¸c thµnh phÇn chÝnh cho c¸c m¹ch ®iÖn tho¹i sè.

NÕu d÷ liÖu ®ưîc truyÒn trªn c¸c kªnh tư¬ng tù th× nã ph¶i ®ưîc ®iÒu chÕ (modulate). Cã nghÜa lµ d÷ liÖu sè ®ưîc m· hãa thµnh c¸c tÝn hiÖu mang tư¬ng tù (analog carrier signal) b»ng c¸ch thay ®æi mét hoÆc nhiÒu ®Æc tÝnh c¬ b¶n (biªn ®é, tÇn sè vµ pha). TÝn hiÖu mang ®· ®iÒu chÕ sÏ ®ưîc truyÒn ®Õn ®Çu nhËn, vµ t¹i ®ã nã l¹i ®ưîc t¸i ®iÒu chÕ thµnh d¹ng sè. ¦u ®iÓm cña viÖc sö dông c¸c ®ưêng truyÒn cã d¶i th«ng cao lµ d÷ liÖu truyÒn cã thÓ ®ưîc dån kªnh (multiplex), nhê ®ã cã thÓ truyÒn cïng lóc ®ưîc nhiÒu tÝn hiÖu. Cã hai kiÓu dån kªnh cho phÐp truyÒn ®ång thêi nhiÒu kªnh logic trªn mét ®ưêng truyÒn vËt lý. Mét lµ chia d¶i th«ng sao cho mçi tÝn hiÖu ®ưîc truyÒn ë mét tÇn sè kh¸c nhau. D¹ng dån kªnh nµy ®ưîc gäi lµ dån kªnh ph©n tÇn (freauency - division multiplexing, FDM). Mét kiÓu kh¸c lµ chia thêi gian truyÒn thµnh tõng kho¶ng vµ dµnh toµn bé kªnh (nghÜa lµ toµn bé b¨ng tÇn) ®Ó truyÒn mét tÝn hiÖu. D¹ng dån kªnh nµy ®ưîc gäi lµ dån kªnh ph©n thêi (time - division multiplexing, TDM) vµ ®ưîc dïng nhiÒu h¬n trong c¸c qu¸ tr×nh truyÒn d÷ liÖu.

Tõ gãc ®é hÖ CSDL ph©n t¸n, mét ®Æc tÝnh kh¸c cña ®ưêng truyÒn d÷ liÖu lµ chÕ ®é ho¹t ®éng cña nã. Mét ®ưêng truyÒn cã thÓ ho¹t ®éng theo chÕ ®é *®¬n c«ng* (simplex), *b¸n song c«ng* (half - duplex) hoÆc *toµn song c«ng* (full - duplex). Mét ®ưêng truyÒn ho¹t ®éng theo chÕ *®é ®¬n* c«ng chØ truyÒn tÝn hiÖu vµ d÷ liÖu *theo mét chiÒu*. §ưêng truyÒn *b¸n song c«ng* cã thÓ truyÒn d÷ liÖu *theo c¶ hai chiÒu nhưng kh«ng thùc hiÖn ®ưîc cïng mét lóc*. Qu¸ tr×nh truyÒn trưíc tiªn sÏ tiÕn hµnh theo mét chiÒu, sau ®ã ®ưêng truyÒn ph¶i "quay ®Çu l¹i" th× qu¸ tr×nh truyÒn theo chiÒu ngưîc l¹i míi cã thÓ b¾t ®Çu. §ưêng truyÒn *toµn song c«ng* cã thÓ truyÒn tÝn hiÖu vµ d÷ liÖu *theo c¶ hai chiÒu ®ång thêi*. Chóng lµ m«i trưêng linh ho¹t nhÊt vµ cã chi phÝ cao nhÊt.

Khi truyÒn t¶i gi÷a c¸c m¸y tÝnh, d÷ liÖu thưêng ®ưîc truyÒn theo tõng *bã d÷ liÖu* (frame). Thưêng th× giíi h¹n trªn cña kÝch thưíc bã d÷ liÖu ph¶i ®ưîc thiÕt lËp cho mçi m¹ng vµ mçi bã chøa d÷ liÖu cïng c¸c th«ng tin ®iÒu khiÓn như n¬i ®Õn vµ ®Þa chØ nguån, m· kiÓm lçi cho khèi, v©n v©n. . . (xem h×nh 1.2). NÕu mét th«ng b¸o cÇn ph¶i göi tõ mét nót nguån ®Õn mét nót ®Ých nhưng kh«ng xÕp võa vµo ®ưîc mét bã, nã sÏ ®ưîc t¸ch ra thµnh nhiÒu bã.

§Çu ®Ò	Néi dung th«ng b¸o	M· kiÓm lçi

* §Þa chØ nguån
* §Þa chØ ®Õn
* M· sè th«ng b¸o
* M· sè bã
* M· x¸c nhËn
* Th«ng tin ®iÒu khiÓn

Hxnh 1.2. D¹ng thøc bã ®iÓn hxnh.

Trong chư¬ng nµy, chóng ta sÏ bµn vÒ c¸c *gãi (packet)* vµ kü thuËt chuyÓn *m¹ch gãi (packet switching)*. ThuËt ng÷ *gãi* vµ *bã* ®«i khi ®ưîc dïng lÉn lén nhưng ®iÒu nµy kh«ng hoµn toµn chÝnh x¸c mÆc dï chóng ®Ò cËp ®Õn nh÷ng kh¸i niÖm gÇn gièng nhau. Nãi theo kiÓu c¸c giao thøc truyÒn th«ng, chóng ®Ò cËp ®Õn c¸c thùc thÓ ë nh÷ng tÇng kh¸c nhau. Tõ quan ®iÓm thùc hµnh, kh¸c biÖt gi÷a *gãi* vµ *bã* thưêng ®ưîc xem xÐt qua d¹ng thøc cña chóng. Mét d¹ng thøc gãi chøa th«ng tin tiªu ®Ò cho tÇng m¹ng, nghÜa lµ th«ng tin chän ®ưêng (routing), cßn mét bã chØ gåm c¸c th«ng tin liªn quan ®Õn c¸c c¬ chÕ kh¶ tÝn cña tÇng liªn kÕt d÷ liÖu.

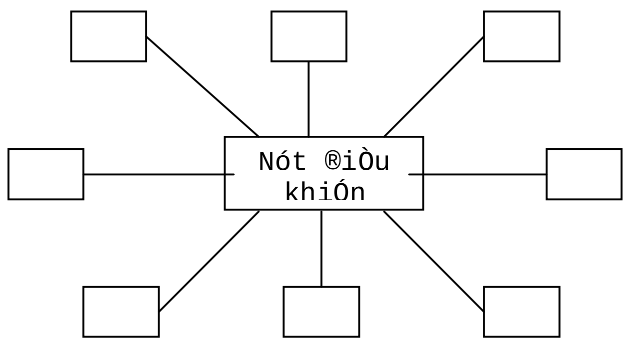
1.2. C¸c lo¹i m¹ng m¸y tÝnh

Cã rÊt nhiÒu chuÈn dïng ®Ó ph©n lo¹i m¹ng m¸y tÝnh. Mét chuÈn thưêng dïng lµ cÊu tróc nèi kÕt (interconnection structure) cña c¸c m¸y tÝnh (thưêng ®ưîc gäi lµ topo m¹ng), mét chuÈn kh¸c lµ chÕ ®é truyÒn vµ mét chuÈn n÷a lµ sù ph©n bè ®Þa lý

C¸c kiÓu m¹ng

Như tªn gäi, cÊu tróc nèi kÕt muèn nãi ®Õn c¸ch nèi c¸c m¸y tÝnh trªn mét m¹ng l¹i víi nhau. Mét sè kiÓu th«ng dông lµ m¹ng h×nh sao (star), m¹ng vßng (ring), m¹ng bus, m¹ng ®Çy ®ñ (meshed) vµ m¹ng v« ®Þnh h×nh (irregular). . .

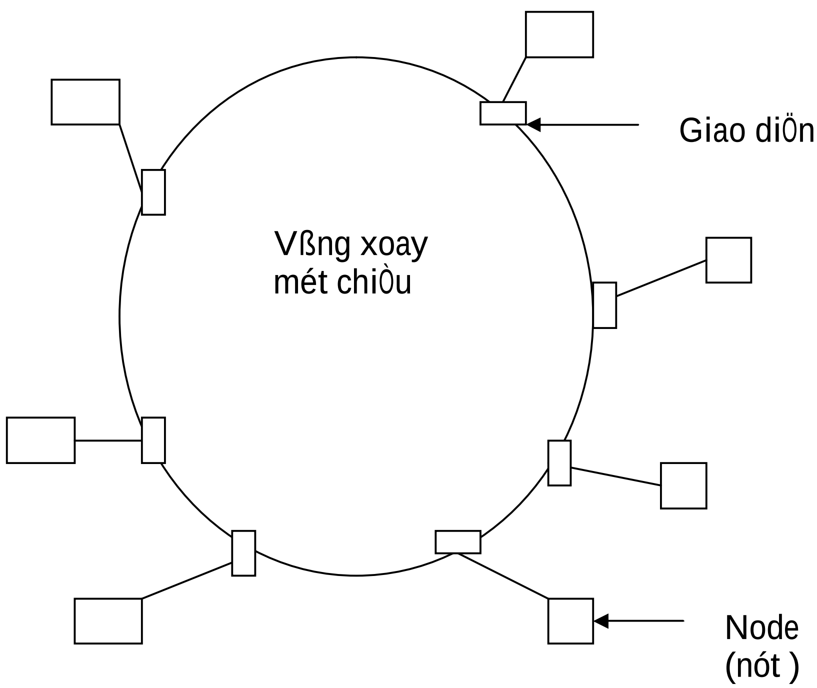
Trong c¸c m¹ng h×nh sao (h×nh 1.3), tÊt c¶ c¸c m¸y tÝnh ®Òu ®ưîc nèi víi mét m¸y tÝnh trung t©m lo ®iÒu phèi viÖc truyÒn d÷ liÖu trªn m¹ng. V× vËy nÕu hai m¸y tÝnh muèn trao ®æi víi nhau, chóng ph¶i th«ng qua m¸y tÝnh trung t©m. Bëi v× mçi m¸y tÝnh ®Òu cã ®ưêng truyÒn riªng víi m¸y tÝnh trung t©m nªn cÇn ph¶i cã mét tho¶ thuËn gi÷a c¸c m¸y tÝnh "vÖ tinh" vµ m¸y tÝnh trung t©m khi chóng muèn trao ®æi.



H×nh 1.3. M¹ng h×nh sao.

Lo¹i m¹ng nµy thưêng ®ưîc dïng trong c¸c tæ chøc cã nhiÒu chi nh¸nh n»m ë nhiÒu vïng kh¸c nhau, m¸y tÝnh trung t©m ®ưîc ®Æt t¹i v¨n phßng chÝnh hoÆc t¹i trung t©m vïng. Trong trưêng hîp nµy viÖc xö lý côc bé ®ưîc thùc hiÖn t¹i mçi nót vµ d÷ liÖu cuèi cïng sÏ ®ưîc truyÒn ®Õn m¸y trung t©m. Mét khuyÕt ®iÓm cña m¹ng h×nh sao lµ ®é tin cËy thÊp. V× giao tiÕp gi÷a hai m¸y tÝnh phô thuéc vµo m¸y tÝnh trung t©m, mét sù cè t¹i nót nµy sÏ lµm cho viÖc truyÒn trªn m¹ng ngõng trÖ hoµn toµn. Mét khuyÕt ®iÓm kh¸c lµ t¶i träng qu¸ cao trªn m¸y trung t©m; v× nã ph¶i ®iÒu phèi viÖc giao tiÕp trªn m¹ng, t¶i träng t¹i ®ã cao h¬n c¸c tr¹m kh¸c. V× thÕ ngưêi ta thưêng dïng mét tr¹m trung t©m m¹nh h¬n c¸c m¸y tÝnh vÖ tinh. Do nh÷ng khuyÕt ®iÓm nµy, m¹ng h×nh sao thưêng chØ ®ưîc dïng khi lưîng d÷ liÖu cÇn truyÒn gi÷a c¸c m¸y vÖ tinh kh«ng cao.

Trong c¸c m¹ng xoay vßng (h×nh1.4), c¸c m¸y tÝnh ®ưîc nèi víi m«i trưêng truyÒn (®ưêng truyÒn) cã d¹ng mét vßng khÐp kÝn. TruyÒn d÷ liÖu quanh vßng thưêng theo mét chiÒu, vµ mçi tr¹m (thùc sù lµ giao diÖn t¹i mçi tr¹m) ®ãng vai trß lµ mét bé chuyÓn tiÕp (repeater). Khi nhËn ®ưîc mét th«ng b¸o (message), nã kiÓm tra ®Þa chØ, sao chÐp th«ng b¸o ®ã nÕu lµ th«ng b¸o ®ưîc göi cho nã råi truyÒn th«ng b¸o ®i tiÕp.



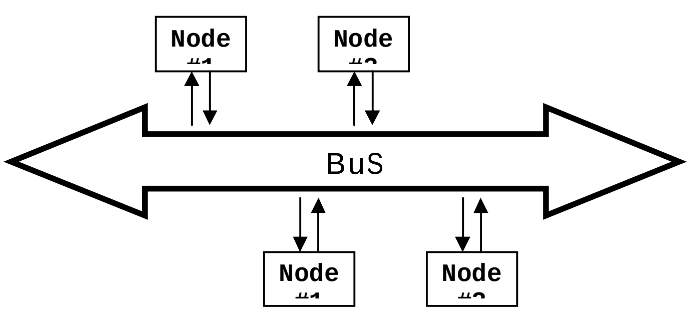
H×nh 1.4. M¹ng xoay vßng

ViÖc ®iÒu khiÓn truyÒn tin trªn m¹ng xoay vßng thưêng ®ưîc thùc hiÖn b»ng thÎ ®iÒu khiÓn (control token). Trong kiÓu ®¬n gi¶n nhÊt, mét thÎ (token) víi mét mÉu bit chØ ra r»ng m¹ng hiÖn ®ang r¶nh vµ mét mÉu bit kh¸c cho biÕt r»ng m¹ng ®ang ®ưîc dïng, ®ưîc chuyÓn xoay vßng trªn m¹ng. Mçi tr¹m khi muèn truyÒn th«ng b¸o ph¶i ®îi ®Õn khi thÎ ®ưîc truyÒn ®Õn. Khi ®ã tr¹m sÏ kiÓm tra mÉu bit cña thÎ ®Ó xem m¹ng ®ang r¶nh hay ®ang ®ưîc dïng. NÕu m¹ng r¶nh, tr¹m sÏ thay ®æi mÉu bit, chØ ra r»ng m¹ng ®ang ®ưîc dïng råi ®Æt c¸c th«ng b¸o vµo vßng xoay. Th«ng b¸o sÏ ®ưîc chuyÓn xoay vßng råi trë vÒ tr¹m göi ®Ó ®ưîc nã ®æi l¹i mÉu bit thµnh "®ang r¶nh" vµ thÎ sÏ ®ưîc göi ®Õn tr¹m kÕ tiÕp.

C¸c m¹ng chØ cã mét m«i trưêng truyÒn kiÓu xoay vßng th× cã ®é tin cËy thÊp, ®¬n gi¶n lµ ®ưêng nèi chØ cÇn bÞ c¾t ®øt t¹i mét ®iÓm nµo ®ã lµ cã thÓ lµm ngõng toµn bé ho¹t ®éng cña m¹ng. §Ó cã ®ưîc ®é tin cËy cao h¬n, ngưêi ta cã thÓ sö dông lo¹i m¹ng hai vßng. Trong mét m¹ng như thÕ, sù cè t¹i mét ®iÓm nèi kh«ng lµm mÊt kh¶ n¨ng truy xuÊt ®Õn phÇn cßn l¹i cña m¹ng bëi v× cã thÓ truyÒn t¾t qua tr¹m bÞ hư b»ng c¸ch chuyÓn ®ưêng truyÒn sang vßng thø hai.

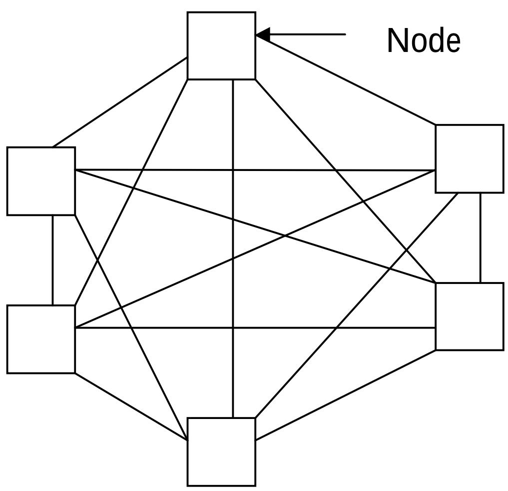
Mét thÓ thøc kh¸c nh»m ®¶m b¶o ®é tin cËy lµ sö dông mét nót chuyÓn m¹ch trung t©m (central switch). C¸c nèi kÕt gi÷a c¸c tr¹m ®ưîc thùc hiÖn qua trung t©m chuyÓn m¹ch dï ho¹t ®éng cña m¹ng cã thÓ ë d¹ng xoay vßng. NÕu mét tr¹m bÞ sù cè, hoÆc nÕu ®ưêng nèi bÞ ®øt liªn l¹c th× dÔ dµng ®i t¾t qua phÇn m¹ng ®ã th«ng qua nót chuyÓn m¹ch. KiÕn tróc nµy ®· ®ưîc ph¸t triÓn t¹i phßng thÝ nghiÖm cña IBM t¹i Zurich vµ ®ưîc cµi ®Æt trªn m¹ng LAN token ring cña IBM.

Mét lo¹i m¹ng th«ng dông kh¸c lµ m¹ng bus (h×nh 1.5), trong ®ã cã mét kªnh chung ®Ó truyÒn d÷ liÖu, c¸c m¸y tÝnh vµ c¸c thiÕt bÞ ®Çu cuèi sÏ ®ưîc g¾n vµo ®ã. ë kiÓu m¹ng nµy, viÖc ®iÒu khiÓn ®ưêng nèi ®ưîc thùc hiÖn b»ng hai c¸ch chÝnh . Mét lµ phư¬ng ph¸p CSMA (carrier sense multiple access) vµ phư¬ng ph¸p thø hai lµ CSMA/CD (carrier sense multiple access with collision detection). Ngoµi hai phư¬ng ph¸p c¬ b¶n nµy, bus còng cã thÓ ®ưîc ®iÒu khiÓn b»ng thÎ. NÕu sö dông lưîc ®å nµy, m¹ng bus ®ưîc xem như cã mét vßng xoay logic.



H×nh 1.5. M¹ng bus.

C¬ chÕ kiÓm so¸t bus kiÓu CSMA cã thÓ ®îc m« t¶ lµ lîc ®å "l¾ng nghe tríc khi truyÒn". §iÓm c¬ b¶n ®ã lµ mçi tr¹m sÏ liªn tôc l¾ng nghe mäi diÔn biÕn x¶y ra trªn kªnh chung. Khi cã mét th«ng b¸o ®îc göi ®i, tr¹m sÏ kiÓm tra phÇn header cña th«ng b¸o xem cã ph¶i göi cho nã hay kh«ng, råi thùc hiÖn mét hµnh ®éng thÝch hîp. NÕu nã muèn truyÒn, nã sÏ chê cho ®Õn khi ph¸t hiÖn ra kh«ng cßn ho¹t ®éng nµo x¶y ra trªn kªnh chung råi míi ®Æt th«ng b¸o cña nã lªn m¹ng. Ngîc l¹i, c¬ chÕ ®iÒu khiÓn bus CSMA/CD cã thÓ ®îc m« t¶ lµ lîc ®å "l¾ng nghe trong khi truyÒn". Lo¹i c¬ b¶n ho¹t t¸c theo c¸ch sau. C¸c tr¹m ®ãng vai trß gièng nh trong lîc ®å CSMA, ngo¹i trõ chóng tiÕp tôc l¾ng nghe trªn kªnh chung sau khi ®· truyÒn th«ng b¸o ®i. Môc ®Ých cña viÖc l¾ng nghe trong khi truyÒn lµ ph¸t hiÖn xem cã t¬ng tranh



H×nh 1.6. M¹ng th¶m (cÊu tróc nèi ®Çy ®ñ).

(collision) hay kh«ng..T¬ng tranh x¶y ra khi hai tr¹m truyÒn th«ng b¸o ®ång thêi (mét tr¹m khëi truyÒn khi mét tr¹m kh¸c ®ang truyÒn). Trong trêng hîp nh thÕ, vµ khi ph¸t hiÖn ra t¬ng tranh, c¸c tr¹m sÏ hñy bá cuéc truyÒn, ®îi mét kho¶ng thêi gian råi truyÒn l¹i th«ng b¸o. Lîc ®å CSMA/CD c¬ b¶n ®îc dïng trong m¹ng côc bé Ethernet.

Mét lîc ®å nèi kÕt kh¸c lµ nèi kÕt ®Çy ®ñ (m¹ng th¶m), trong ®ã mçi nót ®Òu ®îc nèi víi tÊt c¶ mäi nót kh¸c (h×nh 1.6). Mét cÊu tróc nh thÕ râ rµng lµ cung cÊp ®îc ®é tin cËy cao h¬n vµ kh¶ n¨ng ho¹t ®éng tèt h¬n nh÷ng cÊu tróc kh¸c. Tuy nhiªn nã còng lµ cÊu tróc cã chi phÝ cao nhÊt, nªn Ýt ®ưîc ding vµ kh«ng thùc tÕ. Ngay c¶ khi sè lưîng m¸y tÝnh trªn m¹ng kh¸ Ýt, sè nèi kÕt cÇn cã vÉn rÊt lín. ThÝ dô mét nèi kÕt ®Çy ®ñ cho 10.000 m¸y tÝnh cÇn xÊp xØ $(10.000)^2$ ®ưêng nèi.

C¸c m¹ng truyÒn th«ng thưêng cã c¸c ®ưêng nèi v« ®Þnh. NghÜa lµ c¸c ®ưêng nèi kh«ng cã tÝnh hÖ thèng còng kh«ng tu©n theo mét khu«n mÉu nµo. Chóng ta cã thÓ gÆp mét nót chØ nèi víi mét nót kh¸c vµ c¶ nh÷ng nót nèi víi nhiÒu nót kh¸c. C¸c nèi kÕt gi÷a c¸c m¸y tÝnh trªn Internet thuéc lo¹i nµy.

C¸c lƯîc ®å truyÒn d÷ liÖu

Theo c¸c lưîc ®å truyÒn th«ng vËt lý ®ưîc dïng, c¸c m¹ng cã thÓ thuéc lo¹i ®iÓm - ®iÓm (point - to - point) hoÆc ph¸t t¸n vµ cßn ®ưîc gäi lµ ®a ®iÓm (multi - point).

Trong c¸c m¹ng ®iÓm - ®iÓm, ngưêi ta dïng mét hoÆc nhiÒu ®ưêng nèi gi÷a mçi cÆp nót. Cã thÓ lµ kh«ng cã mét ®ưêng nèi trùc tiÕp gi÷a mçi cÆp nhưng thưêng lµ mét sè ®ưêng nèi gi¸n tiÕp. ViÖc truyÒn th«ng (giao tiÕp) lu«n ®ưîc thùc hiÖn gi÷a hai nót, bªn nhËn vµ bªn gäi ®ưîc x¸c ®Þnh b»ng ®Þa chØ cã trong phÇn header cña bã d÷ liÖu. TruyÒn d÷ liÖu tõ bªn gäi ®Õn bªn nhËn ®i theo mét hoÆc nhiÒu ®ưêng gi÷a chóng, mét sè ®ưêng cã thÓ ph¶i ®i ngang qua mét sè nót kh¸c. C¸c nót trung gian sÏ kiÓm tra ®Þa chØ ®Ých trong phÇn header vµ nÕu kh«ng ph¶i lµ ®Þa chØ cña nã th× sÏ chuyÓn cho nót n»m kÕ cËn. Hµnh ®éng nµy ®ưîc gäi lµ chuyÓn m¹ch (switching). viÖc chän c¸c ®ưêng nèi ®Ó truyÒn c¸c bã d÷ liÖu ®ưîc x¸c ®Þnh qua c¸c giao thøc thÝch hîp.

M«i trưêng truyÒn c¬ së cho m¹ng ®iÓm - ®iÓm lµ c¸p ®ång trôc hoÆc c¸p quang. C¸c ®ưêng d©y ®iÖn tho¹i nèi thiÕt bÞ cña kh¸ch hµng thưêng dïng c¸c d©y xo¾n ®«i. V× thÕ tèc ®é truyÒn kh«ng cao. Cßn c¸c m¹ng truyÒn h×nh c¸p sö dông ®ưêng d©y ®ång trôc dÉn ®Õn tËn nhµ cho phÐp kÕt nèi m¹ng víi tèc ®é truyÒn cao. Tư¬ng tù nhiÒu m¹ng côc bé ®Òu dïng lo¹i c¸p ®ång trôc. Tuy nhiªn hiÖn nay ngưêi ta ®ang chuyÓn sang dïng c¸p quang víi søc t¶i vµ tèc ®é cao h¬n.

Trong c¸c m¹ng ph¸t t¸n, nguêi ta dïng mét kªnh truyÒn chung cho tÊt c¶ c¸c nót trong m¹ng. C¸c bã d÷ liÖu ®uîc truyÒn qua kªnh chung nµy vµ như thÕ tÊt c¶ c¸c nót ®Òu nhËn ®uîc. Mçi nót sÏ kiÓm tra ®Þa chØ bªn nhËn trong phÇn header vµ nÕu bã d÷ liÖu kh«ng göi cho nã, nã sÏ bá qua.

Mét trưêng hîp ®Æc biÖt cña m¹ng ph¸t t¸n lµ m¹ng ®a t¸n (multicast), trong ®ã th«ng b¸o ®uîc göi ®Õn mét tËp con c¸c nót trong m¹ng. §Þa chØ bªn nhËn ®uîc m· hãa b»ng mét c¸ch nµo ®ã ®Ó cã thÓ chØ ra nh÷ng nót nµo lµ bªn nhËn.

M¹ng ph¸t t¸n nãi chung ®Òu dïng sãng radio hoÆc vÖ tinh. Trong trưêng hîp truyÒn qua vÖ tinh, mçi vÞ trÝ ph¸t tÝn hiÖu truyÒn cña nã ®Õn vÖ tinh råi tÝn hiÖu ®ã ®uîc ph¸t tr¶ l¹i ë mét tÇn sè kh¸c . Mçi vÞ trÝ trªn m¹ng ®Òu l¾ng nghe tÇn sè nhËn vµ ph¶i bá qua th«ng b¸o kh«ng ®uîc göi cho nã. Mét m¹ng cã sö dông kü thuËt nµy lµ m¹ng SATNET.

TruyÒn b»ng sãng vi ba (microwave) lµ mét c¸ch truyÒn d÷ liÖu th«ng dông kh¸c, cã thÓ qua vÖ tinh hoÆc trªn mÆt ®Êt. C¸c ®uêng truyÒn b»ng sãng vi ba hiÖn lµ phư¬ng thøc chñ yÕu cña m¹ng ®iÖn tho¹i trong phÇn lín c¸c quèc gia. Ngoµi c¸c dÞch vô c«ng céng, nhiÒu c«ng ty cßn cho thuª riªng c¸c ®uêng truyÒn vi ba. Thùc sù c¸c thµnh phè ®«ng d©n hiÖn ®ang gÆp ph¶i vÊn ®Ò nhiÔu sãng vi ba gi÷a c¸c ®uêng truyÒn tư nh©n vµ c«ng céng. Mét thÝ dô vÒ m¹ng dïng sãng vi ba vÖ tinh ®Ó truyÒn d÷ liÖu lµ hÖ thèng ALONA.

Mét ®iÒu cuèi cïng cÇn nãi vÒ kiÓu topo m¹ng ph¸t t¸n lµ chóng ta dÔ dµng ph¸t hiÖn lçi, vµ c¸c th«ng b¸o cã thÓ ®Õn ®uîc nhiÒu vÞ trÝ h¬n so víi kiÓu ®iÓm - ®iÓm. Nguîc l¹i do mçi tr¹m ®Òu l¾ng nghe c¸c th«ng b¸o trªn m¹ng nªn tÝnh an ninh khã duy tr× h¬n so víi kiÓu ®iÓm - ®iÓm.

TÇm ®Þa lý

Theo sù ph©n phèi vÒ mÆt ®Þa lý, c¸c m¹ng cã thÓ ®uîc ph©n lo¹i lµ m¹ng diÖn réng (wide area network, WAN), m¹ng liªn vïng (metropolitan area network, MAN) vµ m¹ng côc bé (local area network, LAN). Sù ph©n biÖt nµy thuêng kh«ng râ rµng mµ ph©n biÖt chñ yÕu gi÷a c¸c lo¹i m¹ng lµ ë giao thøc ®ưîc dïng ®Ó qu¶n lý chóng. Trong phÇn tiÕp theo chóng ta sÏ th¶o luËn s¬ qua vÒ c¸c giao thøc m¹ng diÖn réng vµ m¹ng côc bé.

Mét m¹ng diÖn réng (WAN) lµ nh÷ng m¹ng cã kho¶ng c¸ch ®ưêng nèi gi÷a hai nót xÊp xØ hoÆc trªn 20 km vµ cã thÓ dµi ®Õn vµi ngµn c©y sè. viÖc sö dông c¸c thiÕt bÞ chän ®ưêng (router) hoÆc/ vµ c¸c nót chuyÓn (switch) cho phÐp truyÒn th«ng tin trªn nh÷ng vïng réng lín h¬n, nhưng sù t¨ng tÇm ®Þa lý l¹i lµm gi¶m hiÖu n¨ng tõ nh÷ng chËm trÔ do nhiÒu nót chuyÓn/ thiÕt bÞ chän ®ưêng ®ưîc ®ưa vµo gi÷a hai ®Çu truyÒn th«ng. C¸c m¹ng WAN cã thÓ ®ưîc x©y dùng víi kiÓu topo m¹ng ®iÓm - ®iÓm hoÆc kiÓu ph¸t t¸n, mÆc dï kiÓu ®iÓm - ®iÓm th«ng dông h¬n. Cã mét sè d¹ng chuyÓn m¹ch (switching) ®ưîc dïng trong c¸c m¹ng ®iÓm - ®iÓm. D¹ng ®Çu tiªn lµ dµnh h¼n mét kªnh trong suèt qu¸ tr×nh kÕt nèi gi÷a bªn gäi vµ bªn nhËn. D¹ng nµy ®ưîc gäi lµ chuyÓn m¹ch cøng (circuit switching) vµ thưêng ®ưîc sö dông trong hÖ thèng ®iÖn tho¹i. Khi mét thuª bao quay sè gäi mét thuª bao kh¸c, mét m¹ch nèi (circuit) ®ưîc thiÕt lËp gi÷a hai m¸y ®iÖn tho¹i qua rÊt nhiÒu nót chuyÓn m¹ch. M¹ch nèi nµy ®ưîc duy tr× trong suèt thêi gian ®iÖn ®µm vµ chØ bÞ c¾t khi mét bªn ng¾t m¸y.

Mét d¹ng chuyÓn m¹ch kh¸c thưêng ®ưîc sö dông trong viÖc truyÒn th«ng tin gi÷a c¸c m¸y tÝnh lµ chuyÓn m¹ch gãi (packet switching), trong ®ã mét th«ng b¸o (message) ®ưîc t¸ch nhá thµnh nhiÒu gãi (Packet) vµ mçi gãi ®ưîc truyÒn ®i riªng rÏ. C¸c gãi cña cïng mét th«ng b¸o cã thÓ di chuyÓn ®éc lËp vµ thùc sù cã thÓ ®ưîc truyÒn trªn nh÷ng tuyÕn ®ưêng kh¸c nhau. KÕt qu¶ cña viÖc dïng c¸c ®ưêng ®i kh¸c nhau trªn m¹ng ®ã lµ chóng cã thÓ ®Õn ®Ých mét c¸ch lén xén. V× thÕ phÇn mÒm t¹i n¬i nhËn ph¶i cã kh¶ n¨ng s¾p xÕp chóng theo ®óng thø tù, t¸i t¹o l¹i th«ng b¸o ban ®Çu.

¦u ®iÓm cña chuyÓn m¹ch gãi th× rÊt nhiÒu. Trưíc tiªn c¸c m¹ng chuyÓn m¹ch gãi cho phÐp sö dông ®ưêng truyÒn tèt h¬n bëi v× mçi ®ưêng truyÒn kh«ng ph¶i chØ dµnh riªng cho mçi cÆp thiÕt bÞ mµ cã thÓ ®ưîc nhiÒu thiÕt bÞ dïng chung. §iÒu nµy rÊt cã Ých trong viÖc truyÒn th«ng m¸y tÝnh do b¶n chÊt "phong trµo" cña nã. Th«ng thưêng ngưêi sö dông gâ mét lÖnh, ®îi nã ®ưîc thùc thi vµ tr¶ lêi råi ph¶i cÇn thêi gian suy nghÜ trưíc khi ®ưa mét lÖnh míi vµo. Trong mét m«i trưêng như thÕ, viÖc truyÒn d÷ liÖu trªn m¹ng kh«ng liªn tôc nhưng theo tõng ®ît. C¸c ®ưêng truyÒn khi ®ã cã thÓ ®ưîc dïng cho nh÷ng ngưêi kh¸c khi mét ngưêi sö dông trưíc ®ã ®ang ®îi tr¶ lêi hoÆc ®ang suy nghÜ. Mét lý do n÷a lµ viÖc t¸ch gãi cho phÐp truyÒn song song d÷ liÖu. HÖ thèng kh«ng nhÊt thiÕt ph¶i truyÒn c¸c gãi cña cïng mét th«ng b¸o trªn cïng mét tuyÕn ®ưêng. Như thÕ chóng cã thÓ ®ưîc göi ®i song song qua c¸c tuyÕn ®ưêng nh»m c¶i thiÖn ®ưîc tæng thêi gian truyÒn. Như ®· nãi ë trªn, kÕt qu¶ chuyÓn d÷ liÖu theo c¸ch nµy ®ã lµ thø tù cña chóng kh«ng ®ưîc b¶o ®¶m.

Ngưîc l¹i, chuyÓn m¹ch cøng dµnh h¼n mét kªnh gi÷a bªn nhËn vµ bªn göi. NÕu cÇn truyÒn mét lưîng lín d÷ liÖu th× kªnh dµnh riªng nµy rÊt cã Ých. V× thÕ c¸c lưîc ®å tư¬ng tù như chuyÓn m¹ch cøng (nghÜa lµ c¸c lưîc ®å ®¨ng ký, reservation - based scheme) rÊt ®ưîc ưa chuéng trong c¸c m¹ng d¶i réng (broadband network) cã hç trî c¸c øng dông cÇn truyÒn rÊt nhiÒu d÷ liÖu như c¸c øng dông ®a phư¬ng tiÖn (multimedia).

M¹ng côc bé (local area network, LAN) thưêng lµ m¹ng truyÒn gãi vµ h¹n chÕ trong mét ph¹m vi ®Þa lý nhÊt ®Þnh (thưêng dưíi 2 c©y sè). Chóng sö dông m«i trưêng truyÒn cã d¶i th«ng cao nhưng chi phÝ kh«ng cao. Topo m¹ng th«ng dông nhÊt lµ kiÓu bus vµ kiÓu xoay vßng (ring) vµ c¸c biÕn thÓ cña chóng như bus chuyÓn m¹ch hoÆc vßng xoay chuyÓn m¹ch. C¸c m«i trưêng truyÒn dưîc dïng trong m¹ng LAN lµ c¸p ®ång trôc, c¸p xo¾n ®«i hoÆc c¸p quang. Gi÷a m¹ng diÖn réng vµ m¹ng côc bé cã nh÷ng kh¸c biÖt sau :

1. Trong m¹ng WAN, chi phÝ truyÒn th«ng rÊt cao cßn ë m¹ng LAN l¹i tư¬ng ®èi thÊp. Cã nhiÒu lý do nhưng râ rµng nhÊt lµ kho¶ng c¸ch truyÒn trong m¹ng LAN nhá h¬n nhiÒu.

2- M¹ng WAN truyÒn thèng thưêng cã d¶i th«ng bÞ giíi h¹n ë kho¶ng vµi megabit mçi gi©y (Mbps), trong khi ®ã ë m¹ng LAN, d¶i th«ng cã thÓ lín h¬n nhiÒu, vµ thưêng vµo kho¶ng 10 - 100 Mbps.

3. Do kho¶ng c¸ch xa nªn trong WAN, ®é trÔ khi truyÒn kh¸ lín. Ch¼ng h¹n qua vÖ tinh, ®ç trÔ tèi thiÓu lµ kho¶ng n÷a gi©y khi truyÒn tõ nguån ®Õn ®Ých. §iÒu nµy lµ do tèc ®é tÝn hiÖu kh«ng thÓ vưît qu¸ tèc ®é ¸nh s¸ng vµ kho¶ng c¸ch cÇn truyÒn qu¸ lín (kho¶ng 19.200 miles tõ tr¸i ®Êt ®Õn vÖ tinh). Ngưîc l¹i trong m¹ng côc bé, ®é trÔ nµy rÊt nhá.

4. Do tÝnh ®a chñng lo¹i cña m«i trưêng truyÒn, m¸y tÝnh, céng ®ång ngưêi sö dông còng như chÊt lưîng thÊp cña ®ưêng truyÒn, c¸c giao thøc trong m¹ng WAN ph¶i b¶o ®¶m ®ưîc ®é tin cËy khi truyÒn. Trong m¹ng

LAN, c¸c ®êng truyÒn "S¹ch h¬n", tÝnh ®a chñng cña c¸c m¸y tÝnh nèi m¹ng dÔ qu¶n lý h¬n vµ do chóng sö dông m«i trêng truyÒn chung nªn thêng chØ cÇn c¸c giao thøc ®¬n gi¶n lµ ®ñ.

5. M¹ng LAN thêng ®îc qu¶n lý vµ sö dông bëi mét tæ chøc. Tuy nhiªn m¹ng WAN hiÕm khi ®îc chÝnh nh÷ng ngêi sö dông së h÷u. NghÜa lµ ngêi sö dông m¹ng LAN mua s¶n phÈm cßn ngêi sö dông m¹ng WAN mua dÞch vô.

C¸c m¹ng LAN còng cung cÊp mét sè tiÖn Ých nh c¸c øng dông tù ®éng hãa c«ng viÖc v¨n phßng, c¸c øng dông kiÓm so¸t tiÕn tr×nh ph©n t¸n.

M¹ng liªn vïng (MAN) n»m lng chõng gi÷a m¹ng WAN vµ LAN vÒ tÇm ®Þa lý vµ th¬ng bao phñ mét thµnh phè hay mét phÇn cña nã. Kho¶ng c¸ch gi÷a c¸c nót thêng kho¶ng 10 c©y sè. MAN cã nhiÒu ®iÓm t¬ng ®ång víi LAN, vµ theo mét nghÜa nµo ®ã cã thÓ ®îc xem nh mét phiªn b¶n LAN réng h¬n. Tuy nhiªn trong MAN do lîng ngêi dïng nhiÒu h¬n lµm n¶y sinh nhiÒu vÊn ®Ò míi cÇn ph¶i gi¶i quyÕt, ch¼ng h¹n nh sù b×nh ®¼ng truy xuÊt cho tÊt c¶ mäi ngêi dïng bÊt kÓ kho¶ng c¸ch ®Þa lý. V× vËy mÆc dï vÒ nguyªn t¾c mét sè giao thøc cña m¹ng LAN cã thÓ ®îc "Níi tÇm" ®Ó dïng cho MAN nhng vÉn cÇn ph¶i cã mét tËp giao thøc riªng rÏ vµ ph¶i xem xÐt kü lìng c¸c vÊn ®Ò thiÕt kÕ.

1.3. C¸c chuÈn giao thøc

ThiÕt lËp c¸c ®êng nèi vËt lý gi÷a hai m¸y tÝnh cha ®ñ ®Ó chóng giao tiÕp ®îc víi nhau. TruyÒn th«ng tin hiÖu qu¶, ®¸ng tin cËy vµ kh«ng cã lçi gi÷a hai m¸y tÝnh ®ßi hái ph¶i cµi ®Æt c¸c hÖ thèng phÇn mÒm thÝch hîp vµ thêng ®îc gäi lµ *giao thøc (protocol*). TÝnh chÊt phøc t¹p cña nh÷ng giao thøc nµy ®Òu kh¸c nhau gi÷a c¸c m¹ng WAN, MAN vµ LAN.

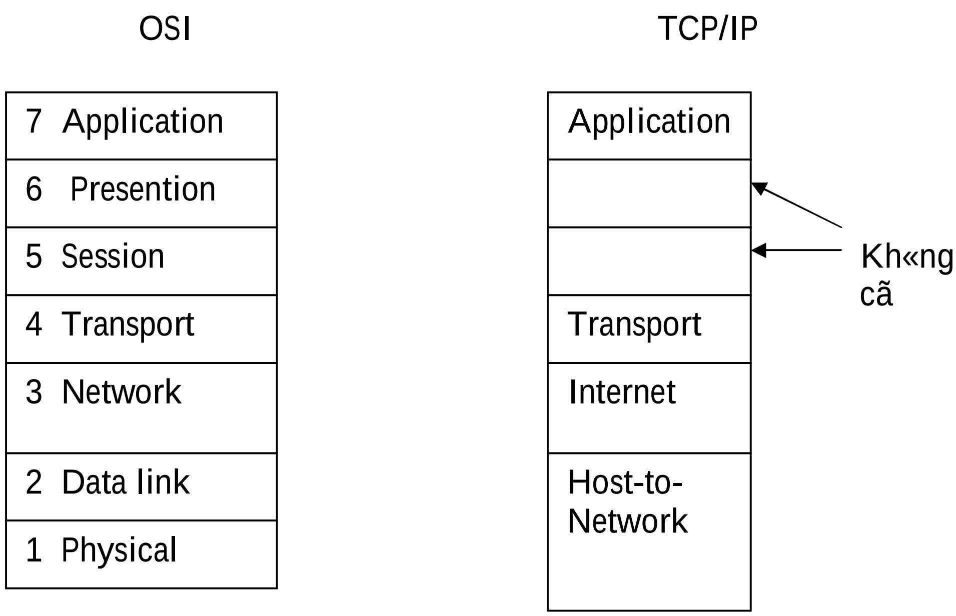
M¹ng WAN thêng ph¶i ®iÒu chØnh thiÕt bÞ ®îc s¶n xuÊt tõ nhiÒu nhµ s¶n xuÊt kh¸c nhau. §iÒu nµy ®ßi hái m«i trêng truyÒn ph¶i cã kh¶ n¨ng xö lý tÝnh ®a chñng (heterogeneity) cña c¸c thiÕt bÞ vµ c¸ch nèi kÕt. C¸c thiÕt bÞ cã thÓ kh¸c nhau vÒ tèc ®é, chiÒu dµi tõ nhí (word), lîc ®å m· hãa (coding scheme) ®îc dïng ®Ó biÓu diÔn th«ng tin hoÆc c¸c chuÈn kh¸c. V× thÕ m¹ng WAN cã nhu cÇu vÒ giao thøc cÊp thiÕt h¬n. Do vËy tríc tiªn chóng ta sÏ th¶o luËn vÒ c¸c giao thøc trong m¹ng WAN råi chuyÓn sang c¸c giao thøc cho LAN. Cho ®Õn gÇn ®©y, giao thøc cho WAN ®ưîc biÕt réng r·i nhÊt lµ KiÕn tróc giao kÕt c¸c hÖ thèng më (open systems Interconnection Architecture) cña Tæ chøc tiªu chuÈn quèc tÕ (International Standards Organization, ISO) vµ thưêng ®ưîc gäi lµ kiÕn tróc ISO/OSI (ISO, 1983).

KiÕn tróc ISO/OSI m« t¶ r»ng cÇn x©y dùng m¹ng m¸y tÝnh theo kiÓu ph©n tÇng (v× thÕ cã thuËt ng÷ chång giao thøc, protocol stack). Gi÷a c¸c tÇng (layer) cña mét nót cÇn ®Þnh nghÜa râ rµng c¸c giao diÖn (interface) dïng ®Ó trao ®æi th«ng tin gi÷a c¸c tÇng phÇn mÒm vµ phÇn cøng. Gi÷a c¸c tÇng tư¬ng øng cña c¸c tr¹m kh¸c nhau, c¸c giao thøc (protocol) ®ưîc ®Þnh nghÜa vµ ®Æc t¶ c¸ch tr×nh bµy th«ng b¸o ®ưîc göi qua l¹i gi÷a hai tr¹m. KiÕn tróc ISO/OSI, víi cÊu tróc gåm cã b¶y tÇng. Khëi ®Çu tõ tÇng thÊp nhÊt, lÇn lưît lµ tÇng vËt lý (physical layer), tÇng liªn kÕt d÷ liÖu (data link layer), tÇng m¹ng (network layer), tÇng giao vËn (transport), tÇng phiªn (session layer), tÇng tr×nh diÔn (presentation layer) vµ tÇng øng dông (application layer). Ba tÇng thÊp nhÊt lµ tÇng vËt lý, tÇng liªn kÕt d÷ liÖu vµ tÇng m¹ng t¹o ra tiÓu m¹ng truyÒn th«ng (communication subnet). TiÓu m¹ng truyÒn th«ng chÞu tr¸ch nhiÖm cung cÊp ®é tin cËy vËt lý cho viÖc truyÒn th«ng tin gi÷a hai tr¹m. Chóng t«i kh«ng tr×nh bµy chi tiÕt nh÷ng tÇng nµy.

Mét chång giao thøc WAN th«ng dông kh¸c lµ TCP/IP. ý tưëng tæng qu¸t gièng như ISO/OSI nhưng sè lưîng tÇng chØ lµ n¨m thay v× lµ b¶y. Chång giao thøc nµy ®· "næi lªn" chø kh«ng ph¶i ®· ph¸t triÓn như mét m« h×nh nhÊt qu¸n.

Mèi liªn hÖ gi÷a c¸c giao thøc ISO/OSI vµ TCP/IP ®ưîc m« t¶ trong h×nh 1.9 (xem h×nh 1.9 trang sau).

Mét kh¸c biÖt quan träng gi÷a hai chång giao thøc nµy lµ tÊt c¶ c¸c tÇng cña ISO/OSI ®Òu ®ưîc ®Þnh nghÜa râ cßn trong TCP/IP, tÇng host - to - network kh«ng ®ưîc ®Æc t¶.



H×nh 1.9. So s¸nh gi÷a TCP/IP vµ ISO/OSI

KÕt nèi m¹ng trong m¹ng côc bé dưêng như ®¬n gi¶n h¬n trong m¹ng WAN bëi v× chóng ta thưêng chØ ph¶i quan t©m ®Õn ba tÇng thÊp nhÊt trong buång giao thøc vµ trong LAN thiÕt bÞ m¹ng thưêng "®ång chÊt" h¬n. Tuy nhiªn như chóng ta sÏ thÊy, viÖc truyÒn th«ng trong LAN còng ph¶i cã sù ®iÒu ho¹t t¹i tÊt c¶ c¸c tÇng m¹ng vµ còng thưêng ®ưîc thùc hiÖn b»ng c¸c giao thøc TCP/IP.

1.4. M¹ng d¶i réng

Cho ®Õn lóc nµy, chóng ta ®· tËp trung vµo c¸c "m¹ng d÷ liÖu" hoÆc c¸c m¹ng ®ưîc cÊu tróc ®Æc biÖt ®Ó mang d÷ liÖu sè, hoÆc ë d¹ng sè hoÆc ë d¹ng tư¬ng tù ®· ®ưîc ®iÒu chÕ. V× vËy, Ýt nhÊt lµ vÒ mÆt logic, c¸c m¹ng d÷ liÖu kh¸c biÖt hoµn toµn víi c¸c m¹ng ®iÖn tho¹i (truyÒn ©m thanh). Tuy nhiªn nhiÒu øng dông míi (thÝ dô c¸c hÖ th«ng tin ®a phư¬ng tiÖn) cã nhu cÇu truyÒn t¶i c¸c d¹ng d÷ liÖu kh¸c ngoµi d÷ liÖu sè, như h×nh ¶nh video hoÆc ©m thanh víi c¸c yªu cÇu ph©n phèi theo thêi gian thùc vµ nh÷ng h×nh ¶nh tÜnh víi c¸c yªu cÇu d¶i réng ®ñ lín (mét h×nh X-quang sè 1024 x 1024 víi 8 bit/pixel cÇn 10 Mbps ë d¹ng chưa nÐn). C¸c m¹ng d¶i réng ®ưîc thiÕt kÕ ®Ó ®¸p øng nh÷ng yªu cÇu nµy trong mét m«i trưêng m¹ng duy nhÊt. C¸c ®Æc trưng nhËn diÖn cña chóng lµ søc t¶i cao (lín h¬n 150 Mbps), kh¶ n¨ng mang nhiÒu dßng d÷ liÖu víi c¸c ®Æc tÝnh kh¸c nhau, vµ kh¶ n¨ng tho¶ thuËn vÒ mét møc chÊt lưîng dÞch vô vµ cã thÓ dµnh ®ñ tµi nguyªn m¹ng ®Ó ®¸p øng ®ưîc møc chÊt lưîng nµy.

C«ng nghÖ m¹ng d¶i réng th«ng dông nhÊt hiÖn nay lµ ATM (Asynchronous Transfer Mode). M¹ng ATM ®· ®ưîc ph¸t triÓn cho nh÷ng øng dông WAN vµ LAN. ë møc ngưêi dïng, ATM hç trî n¨m líp dÞch vô.

Dþch vô CBR

§©y lµ dÞch vô *tèc ®é bÝt cè ®Þnh* (constant bit rate), trong ®ã m¹ng truyÒn d÷ liÖu ë mét tèc ®é bit như ®· ®ưîc tho¶ thuËn trưíc. DÞch vô nµy ®ưîc dïng ®Ó truyÒn video vµ ©m thanh (dßng d÷ liÖu theo thêi gian thùc) trong ®ã nguån sÏ cung cÊp dßng d÷ liÖu mét c¸ch ®Òu ®Æn víi mét tèc ®é ®· tho¶ thuËn trưíc. Nã kh«ng bao gåm c¸c dÞch vô tư¬ng t¸c, v× thÕ nã thÝch hîp h¬n cho mét sè øng dông, ch¼ng h¹n như c¸c dÞch vô cung cÊp phim theo yªu cÇu.

Dþch vô UBR

UBR lµ mét dÞch vô víi *tèc ®é bit kh«ng x¸c ®Þnh* (unspecified bit rate), thÝch hîp víi nh÷ng øng dông cÇn göi d÷ liÖu theo tõng ®¬n vÞ chø kh«ng cÇn ë mét tèc ®é cè ®Þnh. PhÇn lín c¸c giao tiÕp m¸y tÝnh ®Òu theo c¸ch nµy; kh«ng cã rµng buéc thêi gian thùc vµ d÷ liÖu ®ưîc yªu cÇu theo tõng ®ît. DÞch vô UBR sÏ nç lùc tèi ®a ®Ó ph©n phèi d÷ liÖu nhưng kh«ng ®ưa ra bÊt kú mét b¶o ®¶m nµo.

Dþch vô rt-VBR

Dþch vô nµy còng dµnh cho dßng d÷ liÖu theo thêi gian thùc nhưng *tèc ®é cña nguån ®ưîc phÐp thay ®æi*. Nh÷ng thay ®æi nµy cho phÐp thùc hiÖn c¸c tèi ưu hãa bëi v× nguån víi c¸c tèc dé bit thay ®æi cã thÓ ®ưîc ®a hîp nh»m tËn dông tèi ®a d¶i th«ng. Nã còng thÝch hîp víi c¸c øng dông tư¬ng t¸c theo thêi gian thùc.

Dþch vô nrt-VBR

Lo¹i dþch vô cã *tèc ®é bit thay ®æi phi thêi gian thùc*, ®ưîc dïng cho c¸c nhu cÇu truyÒn theo tõng ®¬n vÞ d÷ liÖu, tư¬ng tù như UBR. Tuy nhiªn nã c¶i thiÖn c¸c thÊt l¹c vµ c¸c ®Æc trưng vÒ ®é trÔ cña UBR b»ng c¸ch ®ưa ra c¸c tham sè QoS như tèc ®é cao nhÊt (peak), tèc ®é duy tr× (sustainable) vµ tû lÖ thÊt l¹c.

Dþch vô ABR

Dþch vô *tèc ®é bit s½n cã* (available bit rate). Nã g¸n tèc ®é bit hiÖn cã trªn m¹ng cho øng dông ®ang yªu cÇu. Môc tiªu lµ lµm gi¶m c¸c thÊt l¹c bã d÷ liÖu vµ hiÖu chØnh c¸c dù tr÷ cña nguån dùa trªn c¸c yªu cÇu thay ®æi vÒ dßng d÷ liÖu.

C¸c giao thøc ë tÇng cao h¬n

TÇng Data Link

TÇng thÝch øng ATM

ATM

H×nh 1.12. M¹ng ATM.

ATM lµ m¹ng chuyÓn gãi víi c¸c nót chuyÓn cã môc ®Ých ®Æc biÖt ®ưîc nèi l¹i b»ng c¸c ®ưêng c¸p quang. C¸c gãi, ®ưîc gäi lµ tÕ bµo (cell) trong thuËt ng÷ ATM, cã chiÒu dµi 53 byte (48 byte d÷ liÖu, 5 byte ®Çu ®Ò). C«ng nghÖ ATM tư¬ng øng víi tÇng vËt lý cña chång giao thøc ISO/OSI vµ TCP/IP (h×nh 1.12) vµ cÇn ph¶i cã mét tÇng thÝch øng ATM (ATM Adaptation Layer, viÕt t¾t lµ AAL) ®Ó ®iÒu chØnh c¸c kh¸c biÖt gi÷a c«ng nghÖ ATM vµ c¸c c«ng nghÖ m¹ng truyÒn thèng ®· ®ưîc x©y dùng cho c¸c tÇng giao thøc bªn trªn. AAL chÞu tr¸ch nhiÖm xö lý c¸c tÕ bµo bÞ thÊt l¹c vµ bÞ ph©n phèi sai, chän thêi gian kh«i phôc, t¸ch c¸c bã d÷ liÖu tõ c¸c tÇng giao thøc bªn trªn thµnh c¸c tÕ bµo ATM ë nguån vµ t¸i hîp l¹i ë ®Ých. C«ng viÖc chän ®ưêng vµ ®a hîp/ gi¶i hîp (multiplex/demultiplex) c¸c tÕ bµo ®ưîc thùc hiÖn bëi tÇng ATM b»ng c¸ch dïng c¸c nót chuyÓn ATM.

C¸c m¹ng d¶i réng hiÖn nay ho¹t t¸c víi tèc ®é kho¶ng 155 Mbps. Cã nhiÒu hÖ thèng ATM thö nghiÖm cho WAN ®ang ho¹t ®éng vµ nhiÒu m¹ng LAN ATM ®· ®ưîc ph¸t triÓn. Kh¶ n¨ng mang nhiÒu lo¹i d÷ liÖu ë tèc ®é rÊt cao vµ c¬ héi nèi kÕt liªn m¹ng víi c«ng nghÖ kh¸c ®· thu hót nhiÒu sù quan t©m ®èi víi c«ng nghÖ nµy.

1.5. M¹ng v« tuyÕn

Ho¹t ®éng kh«ng cè ®Þnh vµ c¸c xö lý di ®éng ®ang næi lªn như mét lùc lưîng quan träng. C¸c hÖ thèng ®iÖn tho¹i v« tuyÕn hiÖn ®ang phæ biÕn réng r·i ë nhiÒu nưíc trªn thÕ giíi. Nh÷ng hÖ thèng ban ®Çu ®Òu thuéc lo¹i tư¬ng tù vµ dùa trªn phư¬ng ph¸p ®iÒu chÕ tÇn sè. PhÇn lín c¸c m¹ng v« tuyÕn hiÖn nay ®ang ®ưîc chuyÓn dÇn thµnh m¹ng sè vµ chóng lµm t¨ng kh¶ n¨ng xö lý di ®éng.

ThuËt ng÷ "v« tuyÕn" (wireless) ®ưîc dïng ë ®©y kh«ng chuÈn l¾m. C¸c truyÒn th«ng qua vÖ tinh vµ dïng sãng vi ba ®· cã tõ l©u vµ thùc sù ®Òu lµ v« tuyÕn. C¸c m¹ng "v« tuyÕn" hiÖn nay dµnh cho viÖc tÝnh to¸n di ®éng thùc sù lµ c¸c m¹ng "tÕ bµo" (cellular network). Nh÷ng m¹ng nµy bao gåm mét m¹ng xư¬ng sèng h÷u tuyÕn (wireline backbone network) trªn ®ã cã chøa mét sè tr¹m ®iÒu khiÓn (control station). Mçi tr¹m ®iÒu khiÓn lo ®iÒu phèi viÖc giao tiÕp tõ c¸c m¸y tÝnh di ®éng trong ph¹m vi tÕ bµo cña nã ®Õn mét m¸y tÝnh di ®éng trong tÕ bµo ®ã hoÆc trong mét tÕ bµo kh¸c hoÆc víi mét m¸y tÝnh cè ®Þnh trªn m¹ng h÷u tuyÕn

Trong c¸c m¹ng tÕ bµo, mçi tÕ bµo ®ưîc tæ chøc (vÒ mÆt logic) như mét topo m¹ng h×nh sao víi tr¹m ®iÒu khiÓn ®ưîc dïng lµm nót trung t©m. ThiÕt lËp giao tiÕp gi÷a hai tr¹m di ®éng trong cïng tÕ bµo hoµn toµn ®¬n gi¶n. ThiÕt lËp giao tiÕp gi÷a c¸c tr¹m ë c¸c tÕ bµo kh¸c nhau cÇn ph¶i ®ưîc ®iÒu phèi bëi nhiÒu tr¹m ®iÒu khiÓn. Bëi v× c¸c tr¹m di ®éng cã thÓ di chuyÓn ®ưîc, chóng cã thÓ ®i ngang qua ®ưêng biªn cña mét sè tÕ bµo. §iÒu nµy ®ßi hái mét qu¸ tr×nh (bµn giao) trong ®ã mét tr¹m ®iÒu khiÓn sÏ bµn giao tr¹m di ®éng cho mét tr¹m ®iÒu khiÓn kh¸c. Theo dâi sù di ®éng nµy ®ßi hái ph¶i cã mét c¸ch nµo ®ã ®Ó qu¶n lý thư môc.

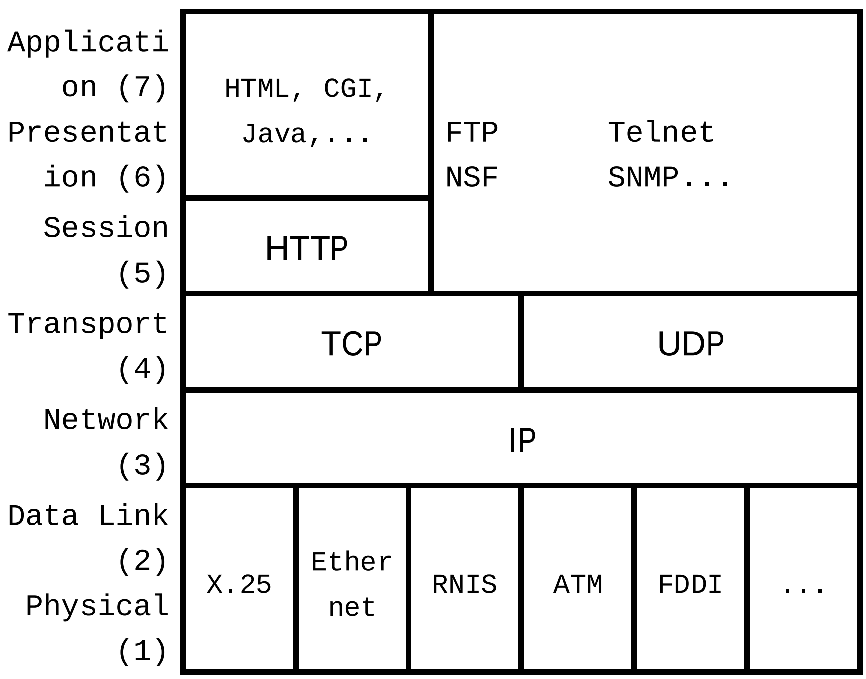
Cã mét sè lo¹i tr¹m di ®éng kh¸c nhau. Thø nhÊt lµ lo¹i bao gåm c¸c m¸y tÝnh kh¸ ®¬n gi¶n víi kh¶ n¨ng h¹n chÕ. Trong trưêng hîp nµy, d÷ liÖu ®ưîc lưu trªn c¸c m¸y tÝnh cña m¹ng h÷u tuyÕn vµ c¸c tr¹m di ®éng sÏ "t¶i" d÷ liÖu xuèng khi cÇn. Bèi c¶nh nµy lµ thùc tÕ ®èi víi mét sè øng dông. Tuy nhiªn trong trưêng hîp nµy, bµi to¸n qu¶n lý d÷ liÖu ph©n t¸n kh«ng bÞ ¶nh hưëng nhiÒu bëi tÝnh chÊt di ®éng nhê d÷ liÖu n»m chñ yÕu trªn c¸c m¸y h÷u tuyÕn. §¸ng chó ý h¬n lµ m«i trưêng trong ®ã c¸c tr¹m di ®éng cã kh¶ n¨ng tÝnh to¸n m¹nh vµ kh¶ n¨ng lưu tr÷ d÷ liÖu cña riªng nã vµ cã thÓ cã nh÷ng m¸y kh¸c cÇn dïng d÷ liÖu ®ã - chóng ®ưîc gäi lµ c¸c "Tr¹m du môc" (walkstation). C¸ch tiÕp cËn nµy g©y ra nhiÒu khã kh¨n cho viÖc qu¶n lý d÷ liÖu bëi v× c¸c ®Æc trưng truyÒn th«ng, tÝnh chÊt di ®éng vµ tÝnh ®a tư¬ng hîp cña m«i trưêng di ®éng.

ViÖc truyÒn th«ng trªn c¸c m¹ng v« tuyÕn rÊt dÔ bÞ mÊt liªn l¹c, nhiÔu ån, t¹p ©m vµ d¶i th«ng thÊp. TÝnh chÊt di ®éng cña mét sè thiÕt bÞ trªn m¹ng lµm cho c¸c d÷ liÖu tÜnh trªn c¸c tr¹m cè ®Þnh bÞ thay ®æi liªn tôc vµ dÔ bÞ tæn h¹i. TÝnh chÊt di ®éng lµm n¶y sinh c¸c vÊn ®Ò như thay ®æi ®Þa chØ, duy tr× thư môc vµ khã ®Þnh vÞ c¸c tr¹m. Cuèi cïng, tÝnh ®a tư¬ng hîp buéc ph¶i h¹n chÕ mét sè lo¹i thiÕt bÞ cã thÓ ®ưîc dïng trong nh÷ng m«i trưêng nµy. ThÝ dô tÝnh ®a tư¬ng hîp vµ yªu cÇu Ýt ph¶i s¹c pin (ho¹t ®éng ®ưîc l©u) thưêng h¹n chÕ lo¹i vµ kÝch thưíc lưu tr÷ cã thÓ ®ưîc dïng.

1.6. Internet

Mạng Internet lµ mét tõ ®ưîc dïng ®Ó chØ ®Õn mét m¹ng m¸y tÝnh toµn cÇu. Thùc sù ®ã lµ sù liªn hiÖp ®a chñng cña nhiÒu m¹ng, mçi m¹ng cã c¸c ®Æc tÝnh vµ giao thøc riªng. Nèi kÕt vµo Internet lµ tù nguyÖn vµ hÇu như kh«ng cã mét tæ chøc nµo ®iÒu khiÓn hoÆc ¸p ®Æt c¸c chiÕn lưîc vµ chØ dÉn viÖc trao ®æi th«ng tin trªn c¸c m¹ng nµy. Ngay c¶ IETF (Internet Engineering Task Force) còng cã ¶nh hưëng rÊt Ýt ®Õn Internet.

Sè nót kÕt nèi vµo Internet t¨ng lªn rÊt nhanh, t¨ng theo cÊp sè nh©n, dù kiÕn trong nh÷ng n¨m tíi lµ kho¶ng hµng ngµn triÖu m¸y. Cã lÏ ®éng lùc chñ yÕu cho sù ph¸t triÓn nhanh chãng vµ m¹nh mÏ cña m¹ng Internet lµ sù chÊp nhËn giao thøc TCP/IP lµm giao thøc chÝnh. TCP/IP hiÖn ®· ®ưîc ®ưa vµo hÇu hÕt c¸c hÖ ®iÒu hµnh, t¹o dÔ dµng cho viÖc kÕt nèi vµo Internet v× nã thÝch hîp víi nhiÒu giao thøc.



H×nh 1.14. Bé giao thøc Internet.

M¹ng Internet ®· ®Æt ra nhiÒu th¸ch thøc míi, ®Æc biÖt lµ do tÝnh ®a chñng cña c¸c thiÕt bÞ vµ c¸c m¹ng tham gia.

§Æc trưng cña m¹ng Internet lµ cÊu tróc qu¶n lý phi tËp trung (mét sè ngưêi cßn cho r»ng kh«ng hÒ ®ưîc qu¶n lý), thiÕu tÝnh an ninh, vµ nhiÒu dÞch vô ph©n t¸n ®ưîc cung cÊp bëi ngưêi dïng vµ c¸c c«ng ty cã kÕt nèi vµo Internet. Tuy nhiªn ®Æc trưng chÝnh cña m¹ng Internet lµ tÊt c¶ c¸c m¸y tÝnh cã kÕt nèi vµo nã ®Òu dïng cïng mét bé giao thøc (Internet Protocol - IP) vµ *giao thøc TCP/IP hiÖn ®· ®ưîc hÇu hÕt mäi hÖ ®iÒu hµnh cung cÊp*.

chƯ¬ng 2

m« h×nh c¬ së d÷ liÖu quan hÖ

2.1. Më ®Çu

M« h×nh c¬ së d÷ liÖu quan hÖ lµ mét m« h×nh ®ưîc sö dông réng r·i trong ®êi sèng x· héi cña mäi tæ chøc, c¬ quan, xÝ nghiÖp, doanh nghiÖp, n¬i nµo cÇn qu¶n lý vµ xö lý c¸c th«ng tin. Ta xÐt mét vµi vÝ dô minh ho¹:

ThÝ dô 2.1:

XÐt hå s¬ c¸n bé cña mét c¬ quan:

TT	MS	T£N	NS	T§¤	QU£	GT	L¦¥NG
1	01	Huy	1945	§¹i häc	Hµnéi	Nam	300
2	02	TiÕn	1950	Cao häc	H¶iphßng	Nam	400
3	03	Lan	1960	Trunghäc	Namhµ	N÷	200
4	04	HiÒn	1965	Trunghäc	H¶idư¬ng	N÷	250

(TT lµ thø tù, MS: m· sè, NS: n¨m sinh,T§¤: tr×nh ®é, GT: giíi tÝnh, . . .).

ThÝ dô 2.2:

XÐt sæ theo dâi kh¸ch cña mét kh¸ch s¹n:

MK	§£N	§I	NR	S¤NG¦¥I	TI£N
101	1/10/98	5/10/98	301	2	400
102	5/10/98	20/11/98	302	1	200
103	7/10/98	10/7/98	303	3	600
104	5/12/98	10/12/98	304	2	400
105	15/1/99	10/1/99	304	3	600

Trong ®ã MK: m· kh¸ch, NR: phßng sè, TIEN: tiÒn thuª phßng. . .

Trong hai vÝ dô trªn tuy ®Ó qu¶n lý c¸c m¶ng th«ng tin (d÷ liÖu) kh¸c nhau nhưng c¶ hai ®Òu cã chung mét ®Æc thï: d÷ liÖu ®ưîc m« t¶ dưíi d¹ng b¶ng, mçi b¶ng cã mét dßng ®Çu lµ dßng thuéc tÝnh.

Trong vÝ dô 2.1 c¸c thuéc tÝnh lµ TT, ms, tªn, ns, t®«, quª, gt, l¬ng.

Trong vÝ dô 2.2 *tËp thuéc tÝnh* lµ: {mk, ®Õn, ®i, nr, sèngêi, tiÒn}.

Mçi thuéc tÝnh cã mét miÒn gi¸ trÞ cña nã, vÝ dô, thuéc tÝnh n¨m sinh NS cã miÒn gi¸ trÞ lµ c¸c sè nguyªn: 1945, 1950, 1960, 1965,...thuéc tÝnh T£N cã miÒn gi¸ trÞ lµ c¸c ký tù (character): Minh, TiÕn, Lan, HiÒn,...

Trong mçi vÝ dô ë trªn mçi b¶ng ®Òu cã mét sè phÇn tö, vÝ dô, b¶ng hå s¬ nh©n sù cña c¬ quan cã bèn phÇn tö, b¶ng theo dâi kh¸ch ë kh¸ch s¹n cã n¨m phÇn tö, mçi phÇn tö lµ mét dßng. VÒ sau c¸c m¶ng d÷ liÖu ®îc m« t¶ díi d¹ng *b¶ng* nh vËy sÏ ®îc gäi lµ c¸c quan hÖ.

Sau ®©y chóng ta sÏ ®Þnh nghÜa (m« h×nh hãa) chÝnh x¸c m« h×nh CSDL quan hÖ.

2.2. §Þnh nghÜa quan hÖ

Cho tËp h÷u h¹n c¸c phÇn tö R = {A_1, A_2, ... A_n}. TËp R ®îc gäi lµ tËp c¸c *thuéc tÝnh*. Mçi phÇn tö A_i cña tËp R cã *miÒn gi¸ trÞ (miÒn trÞ)* D(A_i).

§Þnh nghÜa quan hÖ

Mçi tËp con cña tÝch Descartes (Decac) cña c¸c miÒn gi¸ trÞ D(A_i) víi

i = 1, 2, 3,... , n ®îc gäi lµ mét quan hÖ trªn R. VÒ sau ta thêng ký hiÖu r lµ quan hÖ trªn R. VËy r lµ quan hÖ trªn tËp thuéc tÝnh R nÕu:

$r \subset D(A_1) \times D(A_{2)} \times ... \times D(A_n)$ trong ®ã D(A_i) lµ miÒn gi¸ trÞ cña thuéc tÝnh $A_{i.}$.

Tõ ®Þnh nghÜa ta cÇn lu ý r»ng tÝch Decac $D(A_1) \times D(A_2)\ldots \times D(A_n)$ cã rÊt nhiÒu tËp con nªn trªn R ta cã nhiÒu quan hÖ kh¸c nhau.

ThÝ dô. Gi¶ sö R= {A, B, C }, D(A) = {0,1}, D(B) = {a, b, c}, D(C) ={x,y}.

TÝch Decac $D(A) \times D(B) \times D(C)$ = {(0,a,x), (0,a,y), (0,b,x), (0,b,y), (0,c,x), (0,c,y), (1,a,x), (1,a,y), (1,b,x), (1,b,y), (1,c,x), (1,c,y)}. Nh vËy tÝch $D(A) \times D(B) \times D(C)$ cã 12 phÇn tö vµ nã cã 2^{12} tËp con kh¸c nhau nªn trªn R = {A,B,C} ta cã 2^{12} quan hÖ r kh¸c nhau. VÝ dô r_0 = {$\varnothing$} lµ quan hÖ rçng, r_1= {(0,a,x)}, r_1'= {(0,b,x)} lµ c¸c quan hÖ chøa 1 phÇn tö, quan hÖ

r_2= {(0,a,x), (0,b,x) } lµ quan hÖ chøa 2 phÇn tö… cßn quan hÖ r = {(0,a,x), (0,a,y), (0,b,x), (0,b,y), (0,c,x), (0,c,y), (1,a,x), (1,a,y), (1,b,x), (1,b,y), (1,c,x), (1,c,y)} lµ quan hÖ chøa 12 phÇn tö. Qua vÝ dô ta thÊy mçi phÇn tö cña quan hÖ r lµ mét bé cña tÝch Decac D(A) $\times$ D(B) $\times$ D(C).

§Õn ®©y chóng ta lưu ý r»ng ®Þnh nghÜa quan hÖ r lµ tËp con cña tÝch Decac D(A) $\times$ D(B) $\times$ D(C) ®· ®ưîc xÐt trong to¸n c¬ së . Trong CSDL quan hÖ ®Ó cho tiÖn vµ dÔ h×nh dung víi c¸c bµi to¸n qu¶n lý ta viÕt mçi quan hÖ r trªn R dưíi d¹ng b¶ng. Dßng ®Çu cña b¶ng lµ dßng c¸c thuéc tÝnh, c¸c dßng sau cña b¶ng lµ c¸c bé cña quan hÖ. VÝ dô víi quan hÖ r_0 kh«ng chøa phÇn tö nµo ta viÕt:

r_0

A	B	C

HoÆc c¸c quan hÖ chøa 1 phÇn tö r_1, r_1' ®ưîc viÕt:

r_1

A	B	C
0	a	x

r_1'

A	B	C
0	b	x

Hay quan hÖ chøa 2 phÇn tö r_2 ta viÕt:

r_2

A	B	C
0	a	x
0	b	x

Tư¬ng tù cho nh÷ng quan hÖ kh¸c trªn R vÝ dô quan hÖ chøa 12 phÇn tö sau dßng thuéc tÝnh ta cã 12 dßng, mçi dßng lµ mét bé cña r.

Mét c¸ch tæng qu¸t tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy nÕu cho trưíc tËp thuéc tÝnh R = { A_1, A_2, … A_n } th× quan hÖ r lµ mét b¶ng hai chiÒu, trªn cét thø i lµ c¸c gi¸ trÞ cña D(A_i), trªn mçi dßng cña b¶ng lµ bé n gi¸ trÞ cña c¸c miÒn gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh A_1, A_2,... A_n. Mçi dßng lµ mét phÇn tö cña quan hÖ.

§Ó ký hiÖu mét quan hÖ nµo ®ã trªn tËp thuéc tÝnh R = {A_1, A_2, . . . A_n}®«i khi ta viÕt R(A_1, A_2, . . . A_n).

Ta quay l¹i vÝ dô 2. 1 b¶ng lưu tr÷ hå s¬ nh©n sù cña c¬ quan lµ mét quan hÖ. Víi R = {TT, MS, T£N, NS, T§¤, QU£, GT, L¦¥NG}.

D(TT) = {1, 2, 3, 4,... }

D(T£N) = {Minh, TiÕn, Lan, HiÒn,... }

D(MS) = {01, 02, 03, 04,... }

D(NS) = {1945, 1950, 1960,1965,... }

D(T§¤) = {®¹ihäc, caohäc, trunghäc,... }

D(QU£) = {Hµnéi, H¶iphßng, Namhµ, H¶idư¬ng,... }

D(GT) = {nam, n÷}

D(L¦¥NG) = {300, 400, 200, 250,... }

MiÒn gi¸ trÞ cña thuéc tÝnh GT chØ cã hai gi¸ trÞ ®ã lµ: nam, n÷, miÒn gi¸ trÞ cña thuéc tÝnh TT phô thuéc vµo sè nh©n sù cña c¬ quan,... Bèn dßng trong b¶ng ë vÝ dô 2. 1 t¹o mét quan hÖ r trªn R vµ quan hÖ r cã bèn phÇn tö.

Tõ ®Þnh nghÜa vµ trùc quan cña quan hÖ r trªn R ta thÊy r»ng khi cho tËp thuéc tÝnh R = {A_1, A_2,... A_n} lµ ta ®· cho mÉu, khu«n hoÆc lưîc ®å cña quan hÖ, vµ thó vÞ h¬n ta cã thÓ coi như ®· cho mét quan hÖ, chØ cã ®iÒu ®ã lµ quan hÖ rçng. VËy khi nãi cho tËp thuéc tÝnh R = {A_1,... . , A_n} ta coi như cho trưíc **Lưîc ®å quan hÖ** (L§QH) vµ còng víi nã ta cã quan hÖ r = ∅.

Chóng ta cÇn lưu ý r»ng,ký hiÖu R(A_1,A_2,. . .A_n) hµm chøa mét quan hÖ trªn R vµ cho chóng ta biÕt khung, lưîc ®å quan hÖ R.

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy trªn mét L§QH R ={A_1,... , A_n} ta cã thÓ x©y dùng ®ưîc nhiÒu quan hÖ kh¸c nhau, cø thay ®æi gi¸ trÞ (hoÆc thªm vµo) cña mét dßng hoÆc mét cét ta ®ưîc mét quan hÖ míi. Tuy nhiªn chóng ta cÇn nhí r»ng víi c¸ch nh×n cña tËp hîp th× viÖc thªm vµo mét dßng gièng víi dßng ®· cã th× quan hÖ kh«ng thay ®æi vµ trong lý thuyÕt CSDL ta coi *hai dßng gièng nhau ®ã lµ mét*. Tư¬ng tù cho c¸c cét trong mét quan hÖ *hai cét gièng hÖt nhau ta coi lµ mét*. §ång thêi víi c¸ch biÓu diÔn quan hÖ như mét b¶ng th× thø tù trưíc sau cña c¸c dßng (cét) kh«ng lµm thay ®æi quan hÖ. VËy tËp thuéc tÝnh R = {A_1,... , A_n} ®¹i diÖn cho c¸c quan hÖ trªn nã, nªn ®«i khi thay cho viÖc nãi cho L§QH R vµ r lµ quan hÖ trªn R ta cã thÓ nãi cho quan hÖ R(A_1,... , A_n).

ThÝ dô 2.3:

Ta xÐt CSDL qu¶n lý lư¬ng cña c¸n bé.

Cho L§QH R = {MA, HOTEN, §¥NVI, NS, L¦¥NG, PHUC¢P, TH¦¥NG} vµ quan hÖ r như sau:

MA	HOT£N	§¥NVI	NS	L¦¥NG	PHUC¢P	TH¦¥NG
01	Minh	G1	1965	400	50	50
02	§«ng	G1	1946	800	100	100
03	Long	HC	1954	1000	100	100
04	Kiªn	K1	1957	600	50	50
05	§¹i	G2	1945	1000	200	100

Quan hÖ r trong trưêng hîp nµy cã n¨m phÇn tö.

VÒ sau nÕu kh«ng cÇn quan t©m ®Õn b¶n chÊt nói t¹i cña m« h×nh quan hÖ, ®«i khi ®Ó cho tiÖn ta ký hiÖu c¸c thuéc tÝnh b»ng c¸c ch÷ in hoa A, B, C, D,... X, Y, Z, cßn c¸c gi¸ trÞ cô thÓ cña miÒn gi¸ trÞ cña chóng b»ng c¸c ch÷ thưêng a, b, c,... x, y, z tư¬ng øng, cßn c¸c phÇn tö cña c¸c quan hÖ lµ t, t', . . .

ThÝ dô 2.4:

Cho quan hÖ 5 phÇn tö r như sau:

r

A	B	C	D	E	F
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_3
a_4	b_4	c_4	d_4	e_4	f_4
a_5	b_5	c_5	d_5	e_5	f_5

Qua c¸c vÝ dô ë trªn ta cã nhËn xÐt tËp c¸c thuéc tÝnh gåm c¸c phÇn tö kh¸c nhau nhưng miÒn gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh kh«ng nhÊt thiÕt ph¶i kh¸c nhau, trong vÝ dô 2. 3 c¸c thuéc tÝnh L¦¥NG, PHUC¢P, TH¦¥NG ®Òu cã miÒn gi¸ trÞ lµ c¸c sè nguyªn (hoÆc thùc).

Sau ®©y chóng ta sÏ xÐt mét sè quan hÖ cña mét CSDL mÉu ®Ó m« h×nh ho¸ cho mét c«ng ty m¸y tÝnh. C¸c bé phËn (thùc thÓ) chÝnh cña c«ng ty lµ:

Nhân viên (EMP-employee) và các Dự án (PROJ-project). Như vậy CSDL của công ty máy tính có hai quan hệ chính là quan hệ EMP (đây là quan hệ chứa các thông tin về các nhân viên như mã nhân viên (ENO),tên nhân viên (ENAME), chức vụ nhân viên (TTLE), lương nhân viên (SAL), dự án nhân viên tham gia (PNO), trách nhiệm của nhân viên trong dự án (RESP-responsibility) và thời gian tham gia dự án của nhân viên (DUR)) và quan hệ PROJ (quan hệ này lưu các thông tin về các dự án như mã dự án (PNO), tên dự án (PNAME) và kinh phí dự án (BUDGET)).

Thí dụ 2.5:

EMP

ENO	ENAME	TITLE	SAL	PNO	RESP	DUR
E1	J.Doe	Elec.Eng	40000	P1	Manager	12
E2	M.Smith	Analist	34000	P1	Analist	24
E2	M.Smith	Analist	34000	P2	Analist	6
E3	A.Lee	Mech.Eng	27000	P3	Consulant	10
E3	A.Lee	Mech.Eng	27000	P4	Engineer	48
E4	J.Miller	Programer	24000	P2	Programer	18
E5	B.Casey	Syst.Analist	34000	P2	Manager	24
E6	L.Chu	Elec.Eng	40000	P4	Manager	48
E7	R.David	Mech.Eng	27000	P3	Engineer	36
E8	J.Jone	Syst.Analist	34000	P3	Maniger	40

PROJ

PNO	PNAME	BUDGET
P1	instrumentation	150000
P2	Database develop.	135000
P3	CAD/CAM	250000
P4	Maintenance	310000

2.3. Các phép toán đại số trên các quan hệ

Phép hợp

Ta nãi hai quan hÖ r_1 vµ r_2 lµ tư¬ng thÝch nÕu chóng cã cïng tËp thuéc tÝnh R.

Hîp cña hai quan hÖ tư¬ng thÝch r_1 vµ r_2 ký hiÖu $r_1 + r_2$ lµ mét quan hÖ trªn R gåm c¸c phÇn tö thuéc r_1 ho¨c r_2. Tøc lµ: $r_1 + r_2 = \{t: t \in r_1$ hoÆc $t \in r_2\}$.

ThÝ dô 2.5:

Cho hai quan hÖ r_1 vµ r_2 như sau:

Quan hÖ r_1:

r1

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_2	b_2	c_2	d_2
a_3	b_3	c_3	d_3
a_4	b_4	c_4	d_4

Quan hÖ r_2:

r2

A	B	C	D
x_1	y_1	z_1	v_1
x_2	y_2	z_2	v_2
x_3	y_3	z_3	v_3

Khi ®ã ta cã quan hÖ $r_1 + r_2$:

$r_1 + r_2$

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_2	b_2	c_2	d_2
a_3	b_3	c_3	d_3
a_4	b_4	c_4	d_4
x_1	y_1	z_1	v_1
x_2	y_2	z_2	v_2
x_3	y_3	z_3	v_3

Quan hÖ $r_1 + r_2$ cã b¶y phÇn tö. Chóng ta chó ý r»ng thø tù trưíc sau cña c¸c phÇn tö (c¸c dßng) trong c¸c quan hÖ lµ như nhau. Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy ngay r»ng:

$\forall\, r_1, r_2$ th× $r_1 + r_2 = r_2 + r_1$

$\forall r$ th× $r + r = r$

Mét c¸ch tæng qu¸t cã thÓ lÊy hîp cña n quan hÖ tư¬ng thÝch. Cho n quan hÖ tư¬ng thÝch $r_1, r_2, r_3, \ldots r_n$.

Hîp cña c¸c quan hÖ r_1, r_2, r_3,... r_n lµ mét quan hÖ $r_1 + r_2 +... + r_n$ gåm c¸c phÇn tö thuéc r_1 hoÆc r_2 ho¨c r_3 hoÆc... r_n.

VËy $r_1 + r_2 +... + r_n = \{t: t \in r_1$ hoÆc $t \in r_2$... hoÆc $t \in r_n\}$

PhÐp giao

Cho L§QH R = $\{A_1, A_2,... , A_n\}$. Cho hai quan hÖ tư¬ng thÝch r_1 vµ r_2 trªn R. Giao cña hai quan hÖ r_1 vµ r_2 ký hiÖu: $r_1 * r_2$ lµ mét quan hÖ trªn R gåm c¸c phÇn tö chung cña r_1 vµ r_2.

VËy: $r_1 * r_2 = \{t: t \in r_1$ vµ $t \in r_2\}$.

ThÝ dô 2.6:

Cho hai quan hÖ r_1 vµ r_2:

r_1

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a	b	c	d
a_2	b_2	c_2	d_2
a_3	b_3	c_3	d_3

r_2

A	B	C	D
a	b	c	d
a_2	b_2	c_2	d_2
x	y	z	v

Khi ®ã ta cã quan hÖ giao:

$r_1 * r_2$

a	b	c	d
a	b	c	d
a_2	b_2	c_2	d_2

PhÐp trõ

Cho hai quan hÖ r_1 vµ r_2 tư¬ng thÝch, cã tËp thuéc tÝnh R. HiÖu cña r_1 vµ r_2 ký hiÖu: $r_1 - r_2$ lµ mét quan hÖ trªn R gåm c¸c phÇn tö thuéc r_1 vµ kh«ng thuéc r_2. VËy $r_1 - r_2 = \{t: t \in r_1$ vµ $t \notin r_2\}$.

NÕu lÊy r_1 vµ r_2 như trong vÝ dô 2. 6 ta cã:

$r_1 - r_2$:

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_3	b_3	c_3	d_3

$r_2 - r_1$:

A	B	C	D
x	y	z	v

PhÐp chiÕu

Cho L§QH R = {A_1, A_2, A_3,... A_n}. Cho r lµ mét quan hÖ trªn R, X lµ mét tËp con cña R tøc X ⊂ R, ta gäi X lµ lưîc ®å con cña lưîc ®å R. Ta xÐt quan hÖ con cña quan hÖ r chØ trªn tËp thuéc tÝnh X, ®ã lµ chiÕu cña r lªn X.

ChiÕu cña r lªn tËp thuéc tÝnh X lµ mét quan hÖ trªn lưîc ®å X ký hiÖu r. X gåm c¸c phÇn tö cña r sau khi ®· lưîc bá c¸c thuéc tÝnh kh«ng thuéc tËp X. Tư¬ng tù víi r. X, c¸c phÇn tö cña r. X lµ nh÷ng phÇn tö ký hiÖu lµ

t. X, chÝnh lµ chiÕu cña t lªn X. VËy r. X = {t. X: t ∈ r}, t. X lµ chiÕu cña phÇn tö t lªn tËp thuéc tÝnh X.

Trùc quan cña r.X lµ trong b¶ng qua hÖ r ta bá c¸c cét víi c¸c thuéc tÝnh kh«ng thuéc X, b¶ng cßn lai lµ r.X.

Thí dô 2.7:

Cho quan hÖ r như sau:

r

A	B	C	D	E	F	G
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_3	g_3
a_4	b_4	c_4	d_4	e_4	f_4	g_4

Gi¶ sö ta cã X = {A, B, C}, Y = {F, G}.

Khi ®ã ta cã hai quan hÖ con chiÕu cña r lªn X vµ Y tư¬ng øng:

r. X

A	B	C
a_1	b_1	c_1

r. Y

F	G
f_1	g_1

a_2	b_2	c_2		f_2	g_2
a_3	b_3	c_3		f_3	g_3
a_4	b_4	c_4		f_4	g_4

Quay l¹i vÝ dô 2.3 CSDL lư¬ng c¸n bé, ta gi¶ sö X = {MA, HOTEN, TH¦ ¥NG}. Khi ®ã ta cã chiÕu cña r lªn X lµ quan hÖ r. X

r. X

MA	HOTEN	TH¦ ¥NG
01	Minh	50
02	§«ng	100
03	Long	100
04	Kiªn	50
05	§¹i	100

TÝch Decac

TÝch Decac cña hai quan hÖ ta chØ xÐt trªn c¸c lưîc ®å rêi nhau. Cho hai lưîc ®å:

$R_1 = \{A_1, A_2,... A_n\}$

$R_2 = \{B_1, B_2,... B_m\}$

Víi $R_1 \cap R_2 = \varnothing$.

Gi¶ sö r_1, r_2 lµ hai quan hÖ trªn R_1 vµ R_2 tư¬ng øng.

TÝch Decac cña r_1 vµ r_2 ký hiÖu: $r_1 \times r_2$ lµ quan hÖ trªn lưîc ®å $R_1 \cup R_2$ gåm c¸c phÇn tö t¹o ra tõ tÝch Decac cña hai tËp r_1 vµ r_2.

VËy quan hÖ $r_1 \times r_2$ lµ quan hÖ trªn lưîc ®å :

$R = R_1 \cup R_2 = \{A_1, A_2,... A_n, B_1, B_2,... B_m\}$ víi

$r_1 \times r_2 = \{< t_1, t_2 >: t_1 \in r_1, t_2 \in r_2\}$.

ThÝ dô 2.8:

Cho r_1 vµ r_2 như sau:

r_1

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_2	b_2	c_2	d_2

r_2

E	F	G
e_1	f_1	g_1
e_2	f_2	g_2

e_3	f_3	g_3

Như vËy r_1 cã hai phÇn tö, r_2 cã ba phÇn tö tÝch Decac $r_1 \times r_2$ sÏ cã s¸u phÇn tö.

$r_1 \times r_2$

A	B	C	D	E	F	G
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1
a_1	b_1	c_1	d_1	e_2	f_2	g_2
a_1	b_1	c_1	d_1	e_3	f_3	g_3
a_2	b_2	c_2	d_2	e_1	f_1	g_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2
a_2	b_2	c_2	d_2	e_3	f_3	g_3

PhÐp nèi

Cho hai lưîc ®å quan hÖ R_1 vµ R_2, r_1 vµ r_2 lµ hai quan hÖ tư¬ng øng trªn R_1 vµ R_2.

PhÐp nèi (nèi tù nhiªn) cña r_1 vµ r_2 ký hiÖu: r_1 |><| r_2 lµ quan hÖ trªn lưîc ®å $R_1 \cup R_2$ gåm c¸c phÇn tö t mµ chiÕu cña t lªn R_1 lµ phÇn tö thuéc r_1 cßn chiÕu cña t lªn R_2 lµ phÇn tö cña r_2.

VËy r_1 |><| r_2 = {t : t. $R_1 \in r_1$ vµ t. $R_2 \in r_2$}

Thý dô 2.9:

Cho r_1 vµ r_2 lµ hai quan hÖ sau:

r_1

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_2	b_2	c_2	d_2
a_3	b_3	c_3	d_3
1	2	3	4

r_2

C	D	E	F
c_1	d_1	e_1	f_1
c_2	d_2	e_2	f_2
x	y	z	v

Quan hÖ nèi cña r_1 vµ r_2:

$r_1 |><| r_2$

A	B	C	D	E	F
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2

ThÝ dô 2.10:

XÐt hai quan hÖ cïng tËp thuéc tÝnh (tư¬ng thÝch) sau:

r_1

A	B	C	D	E
a_1	b_1	C_1	d_1	e_1
a_2	b_2	C_2	d_2	e_2
a_3	b_3	C_3	d_3	e_3

r_2

A	B	C	D	E
x_1	y_1	z_1	w_1	v_1
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
x_2	y_2	z_2	w_2	v_2

Ta cã:

$r_1 |><| r_2$

A	B	C	D	E
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1

VËy trong trưêng hîp hai tËp thuéc tÝnh như nhau th× $r_1 |><| r_2 = r_1 * r_2$

Sau ®©y ta xÐt vÝ dô mµ c¸c tËp thuéc tÝnh rêi nhau.

Cho hai quan hÖ r_1 vµ r_2 như sau:

r_1

A	B	C	D	E
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3

r_2

F	G	H
f_1	g_1	h_1
f_2	g_2	h_2
f_3	g_3	h_3
x	y	z

Trong trưêng hîp nµy ta cã $r_1 |><| r_3$ như sau:

$r_1 |><| r_3$

A	B	C	D	E	F	G	H
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1	h_1
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_2	g_2	h_2
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_3	g_3	h_3
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	x	y	z

a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_1	g_1	h_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2	h_2
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_3	g_3	h_3
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	x	y	z
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_1	g_1	h_1
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_2	g_2	h_2
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_3	g_3	h_3
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	x	y	z

VËy trong trưêng hîp $R_1 \cap R_2 = \emptyset$ th× r_1 |><| $r_2 = r_1 \times r_2$. Nãi c¸ch kh¸c khi hai tËp thuéc tÝnh rêi nhau phÐp nèi chÝnh lµ tÝch Decac.

Chóng ta cÇn lưu ý r»ng c¸c phÐp to¸n tÝch Decac vµ phÐp nèi nãi chung lµm t¨ng d÷ liÖu cña c¸c quan hÖ. Trong thùc tiÔn khi sö dông c¸c phÐp to¸n trªn vµo bµi to¸n cô thÓ, dùa vµo ng«n ng÷ sö dông chóng ta ®Æt thªm ®iÒu kiÖn ®Ó tr¸nh lµm cång kÒnh d÷ liÖu, lµm tèn bé nhí vµ dÔ ®ưa ®Õn nhÇm lÉn. Khi thùc hiÖn t¸ch, ghÐp c¸c CSDL ta nªn dïng c¸c phÐp to¸n ®¬n gi¶n ®Ó tr¸nh sai sãt kh«ng ®¸ng cã.

PhÐp chia

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... A_n}. S lµ lưîc ®å con cña R tøc lµ S $\subset$ R. Gi¶ sö r vµ s lµ c¸c quan hÖ trªn R vµ S tư¬ng øng.

PhÐp chia cña quan hÖ r cho quan hÖ s ký hiÖu: r $\div$ s lµ quan hÖ trªn lưîc ®å R - S gåm c¸c phÇn tö t sao cho tån t¹i phÇn tö u $\in$ s vµ ghÐp t víi u ta ®ưîc phÇn tö thuéc r :

VËy r $\div$ s = {t: $\exists$ u $\in$ s vµ < t, u > $\in$ r}.

Trong ®Þnh nghÜa trªn ta chó ý r»ng ký hiÖu < t, u > lµ sù ghÐp vµo ®óng vÞ trÝ cña hai bé t vµ u. C¸c b¹n sÏ thÊy râ trong mét vµi vÝ dô sau.

ThÝ dô 2.11:

Cho r lµ quan hÖ trªn L§QH R = {A, B, C, D, E, G}, s lµ quan hÖ trªn L§QH S = {A, E, G} nh sau:

r						s		
A	B	C	D	E	G	A	E	G
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	g_1	a_1	e_1	g_1
a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	g_2	x	y	z
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	g_3	a_3	e_3	g_3
a_4	b_4	c_4	d_4	e_4	g_4			

Khi ®ã r ÷ s

B	C	D
b_1	c_1	d_1
b_3	c_3	d_3

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy ®Ó cã thÓ thùc hiÖn ®îc phÐp chia r ÷ s th× S ph¶i lµ lîc ®å con thùc sù cña R. TÊt nhiªn nÕu S rçng th× r ÷ s = r. NÕu S bao R thùc sù th× phÐp chia kh«ng thùc hiÖn ®îc. Cßn R = S th× ta ®îc quan hÖ rçng trªn tËp thuéc tÝnh rçng.

PhÐp chän

Trong xö lý c¸c CSDL d¹ng b¶ng (quan hÖ) mét phÐp to¸n ta thêng dïng ®Ó xö lý d÷ liÖu ®ã lµ phÐp chän. PhÐp chän tøc lµ chän tõ b¶ng quan hÖ ra c¸c phÇn tö tháa m·n ®iÒu kiÖn nµo ®ã. Trong xö lý CSDL hµng ngµy ta lu«n lµm viÖc víi c¸c phÐp to¸n chän. VÝ dô, khi lµm b¸o c¸o ta cÇn in ra nh÷ng sinh viªn kh¸ giái, ta chän tõ b¶ng qu¶n lý sinh viªn c¸c sinh viªn (c¸c phÇn tö cña quan hÖ) ®¹t ®iÓm kh¸ giái, hoÆc ta cÇn ph¶i in danh s¸ch sè c¸n bé ®Õn tuæi nghØ hu cña mét c¬ quan nµo ®ã. TÊt c¶ ®Òu lµ phÐp to¸n chän.

Ta sÏ ®Þnh nghÜa phÐp chän trªn c¸c quan hÖ nh sau: Cho quan hÖ r trªn L§QH R. Cho E lµ mÖnh ®Ò l«gic. PhÇn tö t thuéc r tháa m·n ®iÒu kiÖn E ta ký hiÖu t(E). PhÐp chän tõ quan hÖ r theo ®iÒu kiÖn E cho ta mét quan hÖ ký hiÖu r(E) trªn ®óng lîc ®å R vµ chøa c¸c phÇn tö cña r tháa m·n ®iÒu kiÖn E.

VËy r(E) = {t: t $\in$ r vµ t(E)}.

Chó ý: Trong gi¸o tr×nh nµy vµ mét sè cuèn s¸ch kh¸c ®«i khi ®Ó biÓu thÞ mét phÐp chän theo mÖnh ®Ò E hoÆc c«ng thøc E ta sÏ ký hiÖu tæng qu¸t lµ $\sigma_E(r)$ trong ®ã r lµ quan hÖ vµ E lµ c«ng thøc chän.

ThÝ dô 2.12:

XÐt hå s¬ kÕt qu¶ thi cña sinh viªn.

Quan hÖ nµy ta gäi lµ SV. Gi¶ sö ta cã quan hÖ SV như sau:

TT	HOTEN	NAMSINH	§IÓMCSDL	§IÓMFOX
1	TuÊn Anh	1974	7	5
2	Huy C«ng	1974	8	3
3	Thanh Hư¬ng	1975	8	9
4	B×nh Minh	1976	2	3

Gi¶ sö ®iÒu kiÖn E lµ sinh viªn cã Ýt nhÊt mét ®iÓm kÐm. VËy r(E):

r(E)

TT	HOTEN	NAMSINH	§IÓMCDL	§IÓMFOX
2	Huy C«ng	1974	8	3
4	B×nh Minh	1976	2	3

PhÐp kÕt nèi q

Như chóng ta ®· tr×nh bµy trong phÐp nèi, phÐp nèi vµ tÝch Decac nãi chung lµm t¨ng d÷ liÖu, trong nhiÒu trưêng hîp ta thªm ®iÒu kiÖn ®Ó cã ®ưîc d÷ liÖu như mong muèn.

Chóng ta sÏ xÐt phÐp kÕt nèi theo to¸n tö θ, víi θ lµ mét to¸n tö so s¸nh sè häc hai ng«i (=, <, >, $\le$, $\ge$, $\neq$), vÝ dô nÕu A, B lµ c¸c thuéc tÝnh th× kÕt qu¶ cña c¸c phÐp to¸n A = B, A > B lµ c¸c bé cã gi¸ trÞ cña A b»ng B hoÆc A lín h¬n B tư¬ng øng.

Cho r vµ s lµ hai quan hÖ tư¬ng øng trªn c¸c lưîc ®å rêi nhau R vµ S, tøc $R \cap S = \emptyset$.

PhÐp kÕt nèi θ cña c¸c quan hÖ r vµ s, ký hiÖu r |><| $_{i\theta j}$s, lµ mét quan hÖ trªn lưîc ®å $R \cup S$ gåm nh÷ng bé thuéc tÝch Decac cña r vµ s sao cho thµnh phÇn thø i cña quan hÖ r tho¶ m·n phÐp to¸n θ víi thµnh phÇn thø j cña quan hÖ s.

VËy kÕt nèi θ: $r\ |{>}{<}|_{i\theta j}\, s$ lµ chän trong $r \times s$ c¸c bé mµ c¸c thµnh phÇn thø i, j cña c¸c quan hÖ r , s tư¬ng øng tháa m·n θ, tøc lµ:

$r\ |{>}{<}|_{i\theta j}\, s = \{t \in r \times s\text{: } t\ (i\theta j)\}$.

§©y lµ phÐp kÕt nèi g¾n víi tÝch Decac.

ThÝ dô 2.13:

Gi¶ sö r vµ s lµ c¸c quan hÖ như sau:

r

A	B	C
1	2	3
4	5	6
7	8	9

s

D	E
3	1
6	2

Khi ®ã ta cã: $r\ |{>}{<}|_{2<1}\, s$

A	B	C	D	E
1	2	3	3	1
1	2	3	6	2
4	5	6	6	2

ThÝ dô 2.14:

Gi¶ sö r vµ s lµ c¸c quan hÖ:

r

A	B	C
1	2	3
a	b	c
x	y	z

s

D	E	F
1	e	f
a	e	f
5	6	7

Khi ®ã $r\ |{>}{<}|_{1=1}\, s$

A	B	C	D	E	F
1	2	3	1	e	f
a	b	c	a	e	f

PhÐp nèi nöa

Sau ®©y ta sÏ xÐt phÐp nèi nöa (semijoin) g¾n víi phÐp nèi.

Cho c¸c quan hÖ r vµ s trªn c¸c lưîc ®å R vµ S tư¬ng øng.

Nèi nöa cña c¸c quan hÖ r vµ s , ký hiÖu r |>< s lµ mét quan hÖ trªn lưîc ®å R gåm c¸c bé cña r |><| s chiÕu lªn R , tøc lµ

r |>< s = { t: t ∈ r |><| s. R} = {t.R : t ∈ r |><| s }.

Thý dô 2.15:

Gi¶ sö r vµ s lµ c¸c quan hÖ:

r

A	B	C
a	b	c
d	b	c
b	b	f
c	a	d

s

B	C	D
b	c	d
b	c	e
a	d	b

Khi ®ã ta cã:

r |>< s

A	B	C
a	b	c
d	b	c
c	a	d

Chóng ta dÔ dµng nhËn thÊy r»ng:

1. Nèi nöa lµ nèi tù nhiªn xong chiÕu lªn R.

2. Mét c¸ch tư¬ng ®ư¬ng ®Ó tÝnh r |>< s, ta tÝnh chiÕu cña s lªn tËp thuéc tÝnh chung cña R vµ S, R ∩ S råi lÊy nèi tù nhiªn cña r víi quan hÖ thu ®ưîc. Nãi c¸ch kh¸c c¸c b¹n cã thÓ dÔ dµng chøng minh ®ưîc (xem phÇn C©u hái vµ bµi tËp).

r |>< s = r |><| (s. R∩S).

3. r |>< s ≠ s |>< r.

Trªn ®©y lµ mét sè phÐp to¸n c¬ b¶n chóng ta thưêng gÆp trong c«ng t¸c qu¶n lý c¸c CSDL. Trong c¸c phÇn sau ta cßn xÐt thªm c¸c phÐp t¸ch.

§ã lµ phÐp to¸n ngưîc víi phÐp hîp (phÐp t¸ch ngang), ngưîc víi phÐp nèi (phÐp t¸ch däc). §Ó gi¸o tr×nh thªm s¸ng sña vµ nhÊt qu¸n ta sÏ xÐt phÐp t¸ch thµnh mét phÇn riªng biÖt.

2.4. phô thuéc hµm (functional dependence)

Trong c¸c b¶ng quan hÖ ë phÇn trưíc, chóng ta thÊy gi÷a c¸c thuéc tÝnh cña quan hÖ cã mét sè rµng buéc (phô thuéc d÷ liÖu) ®ãng vai trß quan träng trong lý thuyÕt CSDL.

VÝ dô, trong hå s¬ nh©n sù cña c¸n bé (vÝ dô 2.1) thuéc tÝnh thø tù TT cã tÝnh chÊt "quyÕt ®Þnh "cña b¶ng quan hÖ, ch¼ng h¹n nÕu biÕt sè thø tù ta cã thÓ suy ra gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh kh¸c, ngưîc l¹i nÕu biÕt lư¬ng hoÆc tr×nh ®é chóng ta kh«ng thÓ suy tiÕp gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh kh¸c v× cã thÓ nhiÒu c¸n bé cã cïng tr×nh ®é vµ lư¬ng. Hay xÐt quan hÖ tuyÓn sinh vµo ®¹i häc, víi c¸c thuéc tÝnh thø tù (TT), tªn (T£N), n¨m sinh(NS), quª(QU£),sè b¸o danh(SBD),diÓm to¸n(§T), ®iÓm lý(§L), ®iÓm ho¸(§H),. . .tøc R= {TT, T£N, NS, QU£, SBD, §T, §L, §H, . . .}, ta thÊy thuéc tÝnh sè b¸o danh SBD quyÕt ®Þnh duy nhÊt c¸c gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh kh¸c, nãi c¸ch kh¸c nÕu biÕt SBD th× biÕt ®ưîc gi¸ trÞ cña c¸c c¸c thuéc tÝnh kh¸c như ®iÓm thi, quª qu¸n, . . .tøc SBD kÐo theo c¸c thuéc tÝnh kh¸c. Như vËy gi÷a c¸c tËp thuéc tÝnh X, Y cña lưîc ®å quan hÖ R cã nh÷ng mèi rµng buéc kiÓu *"kÐo theo''*.

§Ó ®i s©u hiÓu râ b¶n chÊt c¸c mèi rµng buéc ®ã, sau ®©y chóng ta sÏ xÐt kh¸i niÖm phô thuéc hµm-functional dependence (ta thưêng viÕt t¾t PTH).

§Þnh nghÜa cña phô thuéc hµm

Kh¸i niÖm phô thuéc hµm lµ kh¸i niÖm quan träng trong CSDL quan hÖ. Trưíc khi ®i vµo ®Þnh nghÜa cô thÓ chóng ta cÇn lưu ý vµ cè g¾ng h×nh dung vÊn ®Ò như sau: Gi¶ sö ta xÐt lưîc ®å quan hÖ tuyÓn sinh R(TT, T£N, NS, QU£, SBD, §T, §L, §H, . . .), víi quan hÖ tư¬ng qu¸t ®ưîc qu¶n lý t¹i bé ®¹i häc(quan hÖ nµy chøa tÊt c¶ thÝ sinh dù thi ®¹i häc) vµ c¸c quan hÖ con cô thÓ ®ưîc qu¶n lý t¹i c¸c trưêng ®¹i häc víi cïng mét lưîc ®å R. Như vËy thuéc tÝnh SBD cã tÝnh chÊt kÐo theo c¸c thuéc tÝnh kh¸c trªn toµn bé lưîc ®å, tøc lµ trªn tÊt c¶ c¸c quan hÖ. HiÖn tưîng nµy kh¼ng ®Þnh m«t lo¹i *rµng buéc trªn toµn bé lưîc ®å*. NÕu xÐt trong mét quan hÖ cô thÓ, mÆc dï h¬i v« lý nhưng ta cã thÓ gi¶ sö mét trưêng nµo ®ã cã 100 thÝ sinh tham gia thi víi nh÷ng tªn (T£N) kh¸c nhau, như vËy ngoµi thuéc tÝnh SBD trong trưêng nµy (coi như mét quan hÖ cô thÓ trªn R) thuéc tÝnh T£N còng cã tÝnh chÊt nÕu biÕt t ª n cã thÓ biÕt gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh kh¸c, nãi c¸ch kh¸c T£N kÐo theo c¸c thuéc tÝnh kh¸c. HiÖn tưîng nµy kh¼ng ®Þnh mét lo¹i *rµng buéc trªn mét quan hÖ cô thÓ*. VËy ta sÏ xÐt hai kh¸i niÖm phô thuéc hµm, ®ã lµ phô thuéc hµm trªn lưîc ®å R vµ phô thuéc hµm trªn mét quan hÖ r trªn R.

Phô thuéc hµm trªn lƯÎc ®å R

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... , A_n}.

Gi¶ sö X, Y lµ c¸c tËp con cña R, tøc lµ X ⊂ R, Y ⊂ R.

Ta nãi *Y phô thuéc hµm vµo X (hoÆc X x¸c ®Þnh phô hµm Y) trªn lưîc ®å quan hÖ R, ký hiÖu X ® Y, nÕu X x¸c ®Þnh duy nhÊt Y*(nãi c¸ch kh¸c nÕu biÕt X ta suy ra ®ưîc Y), mét c¸ch chÝnh x¸c h¬n lµ víi mäi quan hÖ r trªn R mµ ∀ t, t' ∈ r nÕu t vµ t' b»ng nhau trong tËp X th× chóng còng b»ng nhau trong tËp Y, tøc lµ :

X ® Y Û " t, t' Î r nÕu t. X = t'. X Þ t. Y =t'. Y.

VÒ sau thay cho PTH X → Y trªn R ®«i khi ta nãi cã PTH f trªn R, X lµ tËp thuéc tÝnh x¸c ®Þnh (determinant), Y lµ tËp thuéc tÝnh phô thuéc (dependent).

Trong thùc tiÔn chóng ta thÊy rÊt nhiÒu lưîc ®å quan hÖ R mµ trªn nã mäi quan hÖ r ®Òu tháa m·n mét phô thuéc hµm nµo ®ã. Ch¼ng h¹n xÐt hå s¬ nh©n sù cña mét nưíc th× sè chøng minh thư lµ mét thuéc tÝnh lu«n x¸c ®Þnh duy nhÊt c¸c thuéc tÝnh kh¸c. HoÆc nÕu chóng ta xÐt hå s¬ sü quan th× sè hiÖu sü quan còng lµ thuéc tÝnh x¸c ®Þnh c¸c thuéc tÝnh kh¸c (nãi c¸ch kh¸c nÕu cã hai sÜ quan cã cïng sè hiÖu th× hai sü quan ®ã cã cïng nh÷ng tham sè kh¸c, tøc hai quan ®ã lµ mét). Trong c¸c bµi to¸n qu¶n lý ngưêi ta thưêng thªm thuéc tÝnh m· cña ®èi tưîng ID vµ thuéc tÝnh nµy lu«n kÐo theo c¸c thuéc tÝnh kh¸c.

Như vËy kh¸i niÖm phô thuéc hµm trªn lưîc ®å quan hÖ R kh¼ng ®Þnh sù rµng buéc mang tÝnh chÊt nói t¹i cña c¸c tËp thuéc tÝnh trong R. §ã lµ sù rµng buéc cña c¸c tËp thuéc tÝnh trong R xÐt víi mäi quan hÖ r trªn R.

ThÝ dô 2.16:

Trong c¸c quan hÖ r trªn R ={TT, A, B, C} víi thuéc tÝnh thø tù ®ưîc lÊy kh¸c nhau trong tËp c¸c sè tù nhiªn th×

Ta cã TT → {A, B, C} vµ hiÓn nhiªn TT → R v× TT → TT.

HoÆc xÐt hå s¬ nh©n sù cña tÊt c¶ sü quan qu©n ®éi R = { TT, T£N, NS , SHSQ, . . .} th× râ rµng thuéc tÝnh sè hiÖu sü quan kÐo theo c¸c thuéc tÝnh kh¸c SHSQ → R .

Phô t h u é c h µ m t r ª n m é t q u a n hÖ r

Trªn ®©y chóng ta ®· ®Þnh nghÜa kh¸i niÖm phô thuéc hµm trªn lưîc ®å R. Sau ®©y lµ kh¸i niÖm phô thuéc hµm trªn mét quan hÖ r cô thÓ cña lưîc ®å R.

Cho lưîc ®å quan hÖ R vµ X, Y lµ c¸c tËp con cña R, r lµ mét quan hÖ trªn R.

Ta nãi *X x¸c ®Þnh phô thuéc hµm Y, ký hiÖu X ® Y, trong r nÕu víi mäi t vµ t' cña r mµ t, t' b»ng nhau trªn tËp X th× chóng còng b»ng nhau trªn tËp Y, tøc lµ " t, t' Î r nÕu t. X = t'. X th× t. Y = t'. Y.*

Như vËy chóng ta thÊy phô thuéc hµm trªn quan hÖ r lµ trưêng hîp riªng cña phô thuéc hµm trªn lưîc ®å R. Phô thuéc hµm trªn lưîc ®å R lµ phô hµm tháa m·n mäi quan hÖ r trªn R cßn phô thuéc hµm trªn quan hÖ r chØ ®ßi hái phô thuéc hµm tháa m·n mét quan hÖ r. TÊt nhiªn X → Y lµ PTH trªn lưîc ®å R th× nã lµ PTH tháa m·n mäi quan hÖ r bÊt kú trªn R. Chóng ta cÇn lưu ý r»ng kh¸i niÖm phô thuéc hµm trªn mét quan hÖ r lµ kh¸i niÖm rÊt hÑp, chóng ta chØ cÇn thay ®æi mét vµi gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh trong quan hÖ r lµ PTH cã thÓ bÞ biÕn mÊt.

VÝ dô ®¬n gi¶n xÐt quan hÖ r như sau:

r

A	B	C	D
0	0	0	0
1	1	1	1
0	1	0	1

Râ rµng trong r th× A → C (v× c¸c bé b»ng nhau trong A còng b»ng nhau trong C), tuy nhiªn chóng ta chØ cÇn thay ®æi gi¸ trÞ cña thuéc tÝnh C ë dßng ®Çu hoÆc dßng 3 th× ta vÉn ®ưîc mét quan hÖ r' trªn R nhưng phô thuéc hµm A → C kh«ng cßn tháa m·n trong r'.

Các tÝnh chÊt cña phô thuéc hµm

C¸c tÝnh chÊt cña phô thuéc hµm ta xÐt trong lưîc ®å R. NÕu X, Y, Z vµ W lµ nh÷ng tËp thuéc tÝnh con cña R th× ta cã mét sè tÝnh chÊt c¬ b¶n cña líp c¸c PTH như sau *(®Ó tiÖn khi tr×nh bµy thay cho tËp {A, B, C} vÒ sau ta sÏ viÕt ABC)*:

A1. TÝnh ph¶n x¹: X →X, tæng qu¸t h¬n nÕu Y ⊂ X th× X → Y

A2. TÝnh b¾c cÇu: X → Y vµ Y → Z ⇒ X → Z.

A3. TÝnh më réng 2 vÕ: X → Y ⇒ XZ → YZ. (më réng hai vÕ Z)

4. TÝnh tùa b¾c cÇu: X → Y vµ Y Z → W ⇒ XZ → W.

5. TÝnh më réng tr¸i vµ thu hÑp ph¶i: X → Y ⇒ XZ → Y - W.

6. TÝnh céng ®Çy ®ñ: X → Y vµ Z → W ⇒ XZ → YW.

7. TÝnh tÝch lòy: X → Y vµ Y → ZW ⇒ X → YZW.

Chóng ta cã thÓ chøng minh c¸c tÝnh chÊt A1, A2, A3, 4, 5, 6, 7 mét c¸ch ®¬n gi¶n. Gi¶ sö t, t' ∈ r vµ r lµ mét quan hÖ bÊt kú trªn R. Chóng ta lÇn lưît chøng minh c¸c tÝnh chÊt trªn mét c¸ch dÔ dµng. ThËt vËy:

TÝnh ph¶n x¹: §iÒu nµy hiÓn nhiªn v× t vµ t' ®· b»ng nhau trong tËp X th× chóng ph¶i b»ng nhau trong mäi tËp con cña X, nãi c¸ch kh¸c
t. X = t'. X ⇒ t. X = t'. X vµ t. Y = t'. Y víi mäi Y ⊂ X.

TÝnh b¾c cÇu: Gi¶ sö t. X=t'.X theo gi¶ thiÕt X → Y nªn ta cã t.Y=t'. Y mµ t.Y = t'.Y theo gi¶ thiÕt Y → Z ta l¹i cã t.Z = t'.Z. Như v©y tõ t.X = t'.X ta ®· suy ra ®ưîc t.Z = t'.Z, nªn ta cã X → Z.

TÝnh më réng hai vÕ: Gi¶ sö t.XZ = t’.XZ ta ph¶i chøng minh
t.YZ = t’.YZ
Tõ t.XZ = t’.XZ ta cã t.X = t’.X vµ t.Z = t’.Z. Theo gi¶ thiÕt
t.X = t’.X th× t.Y = t’.Y. Như vËy tõ t.XZ = t’.XZ ta cã t.Y = t’.Y vµ
t.Z = t’.Z mµ t.Y = t’.Y vµ t.Z = t’.Z th× t.YZ = t’.YZ. VËy XZ $\rightarrow$ YZ.

C¸c tÝnh chÊt kh¸c cã thÓ chøng minh tư¬ng tù. Tuy nhiªn ta thÊy r»ng c¸c tÝnh chÊt 4, 5, 6, 7 ®Òu cã thÓ suy ra tõ c¸c tÝnh chÊt A1, A2, A3. Trong lý thuyÕt CSDL, ba tÝnh chÊt A1, A2, A3 *gäi lµ hÖ tiªn ®Ò Armstrong*. (Armstrong lµ người ®Çu tiªn nªu ba tÝnh chÊt A1,A2, A3 cña c¸c phô thuéc hµm).

HÖ tiªn ®Ò Armstrong vµ c¸c phÐp suy dÉn

HÖ A bao gåm ba tÝnh chÊt {A1, A2, A3} ®· nªu trong phÇn c¸c tÝnh chÊt cña PTH ë trªn ®ưîc gäi lµ *hÖ tiªn ®Ò Armstrong* cña líp c¸c PTH FD (FD ký hiÖu lµ líp tÊt c¶ c¸c PTH trªn R).

VËy A = {A1, A2, A3} lµ hÖ tiªn ®Ò Armstrong.

Ta thÊy hÖ tiªn ®Ò nµy ®ãng vai trß sinh (generate) cña líp c¸c PTH.

ThËt vËy nÕu cho trưíc tËp PTH FD trªn lưîc ®å R th× ta cã thÓ dïng luËt suy dÉn trong c¸c tÝnh chÊt cña PTH (trong ®ã cã c¶ c¸c tiªn ®Ò) ®Ó nhËn ®ưîc c¸c PTH míi, líp c¸c PTH nhËn ®ưîc tõ c¸c phÐp suy dÉn như vËy ®ãng vai trß quan träng trong líp c¸c PTH trªn lưîc ®å quan hÖ R. Ta sÏ lÇn lưît tr×nh bµy c¸c vÊn ®Ò nµy trong c¸c phÇn sau.

Môc nµy chóng ta chó ý r»ng: C¸c tÝnh chÊt (thùc chÊt lµ c¸c PTH) 4, 5, 6, 7 ®Òu ®ưîc suy dÉn (suy ra) tõ hÖ tiªn ®Ò Armstrong. ThËt vËy:

TÝnh tùa b¾c cÇu (4) cã thÓ suy ra tõ tÝnh më réng 2 vÕ vµ tÝnh b¾c cÇu v× tõ gi¶ thiÕt X $\rightarrow$ Y më réng hai vÕ Z ta cã XZ $\rightarrow$ YZ vµ v× YZ $\rightarrow$ W theo b¾c cÇu ta cã XZ $\rightarrow$ W

TÝnh më réng tr¸i vµ thu hÑp ph¶i (5) ®ưîc suy tõ tÝnh ph¶n x¹ vµ b¾c cÇu v× víi mäi X, Y, Z, W ta cã XZ $\rightarrow$ X vµ Y $\rightarrow$ Y - W (ph¶n x¹) vµ tõ gi¶ thiÕt X $\rightarrow$ Y theo tÝnh b¾c cÇu ta cã XZ $\rightarrow$ Y - W.

TÝnh céng ®Çy ®ñ (6) ®ưîc suy dÉn tõ tÝnh b¾c cÇu vµ tÝnh më réng hai vÕ, thËt vËy tõ X → Y ta cã XZ → YZ (më réng hai vÕ lªn Z) còng theo tÝnh chÊt më réng hai vÕ ta l¹i cã YZ → YW (më réng hai vÕ Y)vµ theo tÝnh b¾c cÇu ta cã XZ → YW.

Tư¬ng tù *tÝnh tÝch lòy (7)* còng cã thÓ ®ưîc suy ra tõ tÝnh b¾c cÇu vµ tÝnh më réng hai vÕ. V× Y → ZW nªn theo tÝnh céng hai vÕ ta cã YY → YZW, tøc Y → YZW vµ v× X → Y nªn theo tÝnh b¾c cÇu ta cã X → YZW.

Như vËy ta thÊy r»ng mäi PTH f ®ưîc suy ra tõ 7 tÝnh chÊt cña PTH ®Òu cã thÓ ®ưîc suy ra tõ chØ 3 tÝnh chÊt cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong. Tõ nay vÒ sau thay cho viÖc nãi PTH f nhËn ®ưîc tõ tËp PTH F dùa vµo c¸c luËt suy dÉn trong 7 tÝnh chÊt cña PTH ta sÏ nãi: f ®ưîc suy dÉn tõ F theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong (suy dÉn theo hÖ tiªn ®Ò).

VËy gi¶ sö F lµ tËp c¸c PTH vµ f lµ mét PTH trªn R. Ta nãi PTH f ®ưîc suy dÉn theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong tõ tËp PTH, F ký hiÖu F |= f, nÕu f cã thÓ nhËn ®ưîc tõ F sau mét sè h÷u h¹n bưíc ¸p dông c¸c luËt A1, A2, A3 cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong.

ThÝ dô 2.17:

Cho R={A, B, C, D}lµ lưîc ®å quan hÖ.

F = {A → B, A → C, A → D}, f lµ A → BCD

Ta thÊy ngay f cã thÓ nhËn ®ưîc tõ phÐp céng ®Çy ®ñ (suy tõ hÖ tiªn ®Ò Armstrong), tøc F |= A →BCD vµ F |= A→AB (theo tÝnh ph¶n x¹ vµ céng ®Çy ®ñ) hoÆc F |= A → ABCD (theo tÝnh céng ®Çy ®ñ),...

PhÐp suy dÉn theo quan hÖ

Trªn ®©y chóng ta võa nªu c¸c phÐp suy dÉn theo hÖ tiªn ®Ò.

Sau ®©y chóng ta sÏ nªu *phÐp suy dÉn theo quan hÖ.*

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... A_n}.

F tËp PTH trªn R, f lµ mét PTH trªn R.

Ta nãi r»ng f suy dÉn ®îc tõ tËp PTH F theo quan hÖ (hoÆc PTH f ®îc suy dÉn theo quan hÖ tõ tËp PTH F), ký hiÖu F |- f, nÕu víi mäi quan hÖ r trªn lîc ®å R mµ F tháa m·n quan hÖ ®ã th× f còng tháa m·n r. Nãi c¸ch kh¸c F |- f nÕu víi mäi quan hÖ r trªn R mµ tËp F lµ tËp PTH tháa m·n r th× f còng lµ mét PTH tháa m·n r. §©y lµ mét phÐp suy dÉn theo quan hÖ, "ë ®©u tËp F tháa m·n th× ë ®ã f tháa m·n " .

Mét vÊn ®Ò ®îc ®Æt ra ë ®©y lµ hai luËt suy dÉn ë trªn cã cho ta *cïng mét tËp PTH { f } kh«ng?*

§Þnh lý 2.1

Cho tËp PTH F vµ mét PTH f trªn R khi ®ã ta cã:

F |- f khi vµ chØ khi F |= f.

Thùc chÊt cña viÖc chøng minh ®Þnh lý 2.1 lµ ta ph¶i chøng minh hai ý:

1 - C¸c f ®îc suy dÉn theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong tõ tËp PTH F, nghÜa lµ F |= f th× f lµ mét PTH trªn R (tÝnh ®óng ®¾n cña f hay cßn gäi lµ tÝnh ®óng ®¾n cña luËt suy dÉn theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong), ®iÒu nµy cã nghÜa lµ chóng ta ph¶i chøng minh f tháa m·n mäi r mµ trong ®ã tËp F tháa m·n.

2 - C¸c PTH hµm f ®îc suy dÉn theo quan hÖ tõ F, nghÜa lµ F |- f, th× f còng suy dÉn ®îc tõ F theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong (tÝnh ®Çy ®ñ cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong). §iÒu nµy t¬ng ®¬ng víi viÖc mét hµm f kh«ng suy dÉn ®îc theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong th× còng kh«ng suy dÉn ®îc theo quan hÖ, nghÜa lµ nÕu f kh«ng suy dÉn ®îc theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong th× tån t¹i mét quan hÖ r mµ trong nã tËp F tháa m·n nhng f kh«ng tháa m·n.

Nh vËy ®Ó chøng minh ®Þnh lý 2. 1 ë trªn ta sÏ chøng minh ®Þnh lý t¬ng ®¬ng thêng ®îc nªu trong c¸c tµi liÖu vÒ DATABASE lµ ®Þnh lý 2. 2.

§Þnh lý 2.2

HÖ tiªn ®Ò Armstrong lµ ®óng ®¾n vµ ®Çy ®ñ.

TÝnh ®óng ®¾n cña hÖ tiªn ®Ò chóng ta ®· chøng minh ë trªn, trong qu¸ tr×nh chøng minh ba tÝnh chÊt A1, A2, A3 cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong ®ång thêi chóng ta ®· chØ ra r»ng mäi PTH ®ưîc suy ra tõ hÖ tiªn ®Ò nµy ®Òu lµ phô thuéc hµm tháa m·n trªn lưîc ®å R, mµ trong ®ã tËp PTH F tháa m·n.

§Ó chøng minh tÝnh ®Çy ®ñ cña hÖ tiªn ®Ò trưíc tiªn chóng ta sÏ chøng minh *bæ* ®Ò sau:

Bæ ®Ò 2.1

Gi¶ sö $X \subseteq R$. NÕu gäi X^+ lµ tËp tÊt c¶ c¸c thuéc tÝnh A cña R mµ $F \models X \to A$ (vÒ sau ta sÏ gäi X^+ lµ bao ®ãng cña X) th× víi mäi tËp $Y \subseteq R$, $F \models X \to Y \Leftrightarrow Y \subseteq X^+$.

Ta sÏ chøng minh bæ ®Ò nµy

a - Chøng minh chiÒu thuËn:

Ta cã $F \models X \to Y$. Gi¶ sö Y = {A,B,C,... } theo tÝnh ph¶n x¹ ta cã:

$F \models X \to A$, nªn $A \in X^+$

$F \models X \to B$, nªn $B \in X^+$

$F \models X \to C$, nªn $C \in X^+$, ...

VËy $\{A, B, C... \} = Y \subseteq X^+$

b - Chøng minh chiÒu ngưîc:

Ta cã $Y \subseteq X^+$. Theo ®Þnh nghÜa cña tËp X^+ th× mäi $A \in Y$ ta cã

$F \models X \to A$, vËy theo tÝnh céng ®Çy ®ñ ta cã $F \models X \to Y$.

Bæ ®Ò ®· dưîc chøng minh.

B©y giê chóng ta sÏ chøng minh tÝnh ®Çy ®ñ cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong.

Gi¶ sö $f = X \to Y$ lµ mét PTH trªn R kh«ng suy dÉn ®ưîc tõ tËp PTH F theo hÖ tiªn ®Ò Armstrong, tøc F not $\models X \to Y$. Ta sÏ x©y dùng mét quan hÖ r trªn R mµ trªn ®ã tËp c¸c PTH F tháa m·n nhưng $f = X \to Y$ kh«ng tháa m·n. Ta lÊy quan hÖ r trªn R gåm hai phÇn tö t_1vµ t_2 như sau: ta chia tËp R thµnh hai nhãm, mét nhãm gåm c¸c thuéc tÝnh cña R thuéc tËp X^+ vµ nhãm thø hai lµ c¸c thuéc tÝnh cßn l¹i cña R. Quan hÖ r:

r

	X^+					R - X^+	
1	1	1	... 1	0	0	0	... 0
1	1	1	... 1	1	1	1	... 1

Như vËy quan hÖ r cã hai phÇn tö t_1, t_2. phÇn tö t_1 chøa gi¸ trÞ 1 trong c¸c thuéc tÝnh cña X^+ vµ gi¸ trÞ 0 trong nh÷ng thuéc tÝnh cßn l¹i. Cßn t_2 chøa toµn gi¸ trÞ 1 cho mäi thuéc tÝnh.

Ta chøng minh r»ng r sÏ tháa m·n mäi PTH hµm cña F. ThËt vËy gi¶ sö cã mét phô thuéc hµm $W \rightarrow V$ cña F kh«ng tháa m·n r, thÕ th× $W \subseteq X^+$, nÕu kh«ng sÏ vi ph¹m tÝnh b»ng nhau cña hai bé t_1 vµ t_2 trªn W. H¬n n÷a V kh«ng thÓ lµ tËp con cña X^+, v× nÕu kh«ng th× $W \rightarrow V$ sÏ tháa m·n r. VËy cã mét thuéc tÝnh A cña V kh«ng thuéc X^+.

Theo bæ ®Ò 2.1 th× $W \subseteq X^+ \Leftrightarrow F \models X \rightarrow W$, mµ $W \rightarrow V$, nªn $W \rightarrow A$ vµ theo tÝnh b¾c cÇu (v× $X \rightarrow W$) nªn $X \rightarrow A$, tøc $F \models X \rightarrow A$, hay A thuéc X^+. §iÒu nµy lµ v« lý v× A kh«ng thuéc X^+.

VËy r tháa m·n mäi PTH cña F. VÊn ®Ò cßn l¹i chóng ta ph¶i chøng minh r»ng r kh«ng tháa m·n phô thuéc hµm $f = X \rightarrow Y$.

Gi¶ sö $X \rightarrow Y$ tháa m·n r thÕ th× $X, Y \subseteq X^+$ nÕu kh«ng th× vi ph¹m tÝnh b»ng nhau cña t_1 vµ t_2 trªn X vµ Y. L¹i sö dông bæ ®Ò 2.1 $Y \subseteq X^+ \Leftrightarrow F \models X \rightarrow Y$. §iÒu nµy v« lý, v× F kh«ng suy dÉn ®ưîc theo hÖ tiªn ®Ò f. VËy $X \rightarrow Y$ kh«ng tháa m·n r. §Þnh lý ®ưîc chøng minh.

Bao ®ãng cña tËp phô thuéc hµm F

Trong phÇn trªn chóng ta ®· nãi ®Õn c¸c PTH f ®ưîc suy dÉn tõ tËp PTH F cho trưíc , ta ®· cã ®Þnh lý chøng minh c¸c phÐp suy dÉn theo tiªn ®Ò vµ theo quan hÖ lµ tư¬ng ®ư¬ng nªn tõ nay thay cho nãi suy dÉn theo quan hÖ hoÆc suy dÉn theo tiªn ®Ò ta chØ nãi ®¬n gi¶n lµ suy dÉn. TËp c¸c PTH f ®ưîc suy dÉn tõ tËp PTH F vÒ sau ta sÏ gäi lµ bao ®ãng cña tËp F.

VËy cho lưîc ®å $R = \{A_1, A_2, \ldots A_n\}$. F lµ tËp PTH trªn R.

Bao ®ãng cña tËp PTH F ký hiÖu F^+ lµ tËp tÊt c¶ c¸c phô thuéc hµm f ®ưîc suy dÉn tõ tËp F. VËy $F^+ = \{f: F \models f\}$.

ThÝ dô 2.18:

Cho lưîc ®å R = {A, B, C, D}

Gi¶ sö tËp F trªn R như sau:

$F = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow D, B \rightarrow D\}$

Khi ®ã $F^+ = \{A \to B, B \to C, A \to D, B \to D, A \to BD, A \to BCD, A \to C, A \to CD, A \to BC, B \to CD, \ldots \}$.

Qua vÝ dô 2. 15 vµ cïng tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy F^+ lu«n chøa F.

C¸c tÝnh chÊt ®¬n gi¶n cña tËp F^+

a. *TÝnh ph¶n x¹*: víi mäi tËp PTH F ta lu«n cã $F \subset F^+$.

b. *TÝnh ®¬n ®iÖu*: nÕu $F \subset G$ th× $F^+ \subset G^+$.

c. *TÝnh lòy ®¼ng*: víi mäi tËp phô thuéc hµm F ta lu«n cã $F^{++} = F^+$.

§Ó gi¸o tr×nh kh«ng bÞ ¶nh hưëng qu¸ nÆng vÒ nh÷ng kh¸i niÖm ®¬n thuÇn vÒ lý thuyÕt to¸n chóng t«i kh«ng muèn ®i s©u vµo kh¸i niÖm F^+. C¸c b¹n cã thÓ t×m hiÓu s©u vÒ phÇn nµy trong c¸c tµi liÖu tham kh¶o ë cuèi gi¸o tr×nh. PhÇn chøng minh c¸c tÝnh chÊt a, b, c cña bao ®ãng cña tËp F chóng t«i dµnh cho c¸c b¹n như mét bµi tËp nhá.

bao ®ãng cña tËp thuéc tÝnh X:

Cho lưîc ®å quan hÖ $R = \{A_1, A_2, \ldots A_n\}$. Gi¶ sö F lµ tËp PTH trªn R.

X lµ tËp con cña tËp thuéc tÝnh R.

Bao ®ãng cña tËp thuéc tÝnh X ®èi víi F, ký hiÖu X^+ (hoÆc X_F^+), lµ tËp tÊt c¶ c¸c thuéc tÝnh A cña R mµ $X \to A$ ®ưîc suy dÉn tõ tËp F. VËy X^+ lµ tËp:

$X^+ = \{A: \; A \in R$ vµ $X \to A \in F^+\}$.

Như vËy bao ®ãng X^+ cña X, ®ưîc ®Þnh nghÜa qua tËp phô thuéc hµm F, v× thÕ ®«i khi ta ký hiÖu X_F^+. Tuy nhiªn khi kh«ng cã mét tËp phô thuéc hµm nµo kh¸c ta hiÓu bao ®ãng X_F^+ ®ưîc tÝnh qua F nªn ta viÕt ®¬n gi¶n X^+.

ThÝ dô 2.19:

Gi¶ sö R = {A, B, C, D, E, G}.

$F = \{A \to C, A \to EG, B \to D, G \to E\}$,

X = {A, B}, Y = {C, G, D},

Khi ®ã ta sÏ cã: $X^+ = \{A, B, C, D, E, G\}$

$Y^+ = \{C, G, D, E\}$.

Tư¬ng tù như tËp bao ®ãng cña tËp PTH F^+ tËp bao ®ãng X^+ còng chøa c¸c phÇn tö cña tËp X, tøc lµ $X \subset X^+$.

C¸c tÝnh chÊt cña tËp bao ®ãng X^+

NÕu X, Y lµ c¸c tËp con cña tËp thuéc tÝnh R th× ta cã c¸c tÝnh chÊt:

1. TÝnh ph¶n x¹: $X \subset X^+$
2. TÝnh ®¬n ®iÖu: NÕu $X \subset Y$ th× $X^+ \subset Y^+$
3. TÝnh lòy ®¼ng: $X^{++} = X^+$.
4. $(XY)^+ \supset X^+Y^+$ (bao ®ãng cña tæng chøa tæng c¸c bao ®ãng)
5. $(X^+Y)^+ = (XY^+)^+ = (X^+ Y^+)^+$.
6. $X \rightarrow Y \Leftrightarrow Y \subset X^+$
7. $X \rightarrow Y \Leftrightarrow Y^+ \subset X^+$.
8. $X \rightarrow X^+$ vµ $X^+ \rightarrow X$.
9. $X^+ = Y^+ \Leftrightarrow X \rightarrow Y$ vµ $Y \rightarrow X$.

Chóng ta thÊy bao ®ãng cña tËp PTH F vµ bao ®ãng cña tËp thuéc tÝnh X lµ nh÷ng tËp liªn quan víi hÖ tiªn ®Ò Armstrong. C¸c tËp bao ®ãng lµ "kÕt qu¶" cña c¸c phÐp suy dÉn dïng luËt cña tiªn ®Ò Armstrong. Sau ®©y chóng ta sÏ chøng minh c¸c tÝnh chÊt cña tËp bao ®ãng.

TÝnh chÊt 1: $X \subset X^+$. ThËt vËy theo tÝnh ph¶n x¹ cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong ta cã ngay víi mäi thuéc tÝnh A cña X th× $X \rightarrow A$. TÊt nhiªn $X \rightarrow A \in F^+$, v× $X \rightarrow A$ ®ưîc suy tõ hÖ tiªn ®Ò.

TÝnh chÊt 2 (tÝnh ®¬n ®iÖu): Gi¶ sö $X \subset Y$ ta ph¶i chøng minh $X^+ \subset Y^+$.

ThËt vËy lÊy $A \in X^+$, theo ®Þnh nghÜa ta cã $X \rightarrow A$ mµ $X \subset Y$ nªn theo tÝnh ph¶n x¹ cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong, ta cã $Y \rightarrow A$. VËy $A \in Y^+$

TÝnh chÊt 8: §Ó chøng minh c¸c tÝnh chÊt kh¸c trưíc tiªn ta chøng minh tÝnh chÊt 8 tøc lµ tÝnh chÊt $\forall X$ th× $X \rightarrow X^+$ vµ $X^+ \rightarrow X$.

ThËt vËy theo tÝnh ph¶n x¹ $X^+ \rightarrow X$ v× $X \subset X^+$

B©y giê ta chøng minh $X \rightarrow X^+$. Theo ®Þnh nghÜa cña tËp X^+ ta cã $X^+ = XZ$ víi $Z = \{A: X \rightarrow A \in F^+ \ \& \ A \notin X\}$; theo tÝnh céng ®Çy ®ñ (céng lÇn lưît 2 vÕ) ta cã $X \rightarrow Z$. H¬n n÷a theo tÝnh ph¶n x¹ ta cã tiÕp $X \rightarrow X$. Theo tÝnh céng ®Çy ®ñ (céng 2 vÕ) ta cã $X \rightarrow XZ$ tøc $X \rightarrow X^+$

TÝnh chÊt 3: $X^{++} = X^+$

Râ rµng theo tÝnh ph¶n x¹ ta cã ngay $X^+ \subset X^{++}$. B©y giê lÊy $A \in X^{++}$ tøc lµ $X^+ \rightarrow A \in F^+$ mµ $X \rightarrow X^+$ nªn $X \rightarrow A \in F^+$, hay $A \in X^+$. VËy $X^{++} = X^+$

TÝnh chÊt 4: $(XY)^+ \supset X^+Y^+$

LÊy $A \in X^+Y^+$ tøc $A \in X^+$ hoÆc $A \in Y^+$ tøc lµ $X \rightarrow A$ hoÆc $Y \rightarrow A \Rightarrow XY \rightarrow A \in F^+$. Hay $A \in (XY)^+$

TÝnh chÊt 9: $X^+ = Y^+ \Leftrightarrow X \rightarrow Y$ vµ $Y \rightarrow X$

a - ChiÒu xu«i $\Rightarrow$: ta cã $X^+ = Y^+$. V× $X \rightarrow X^+$ vµ $Y^+ \rightarrow Y$ nªn $X \rightarrow Y$ chøng minh tư¬ng tù ta cã $Y \rightarrow X$.

b - ChiÒu ngưîc $\Leftarrow$: LÊy $A \in X^+$ tøc lµ $X \rightarrow A$ v× $Y \rightarrow X$ nªn $Y \rightarrow A$ hay $A \in Y^+$. Tư¬ng tù lÊy $A \in Y^+$ ta chøng minh ®ưîc $A \in X^+$. VËy $X^+ = Y^+$. C¸c tÝnh chÊt cßn l¹i chøng minh tư¬ng tù.

ThuËt to¸n t×m bao ®ãng F^+ vµ X^+, bµi to¸n thµnh viªn

Trªn ®©y chóng ta ®· nªu mét sè kh¸i niÖm c¬ b¶n vµ quan träng cña c¸c tËp bao ®ãng. Ta thÊy tËp X^+ ®ưîc ®Þnh nghÜa th«ng qua tËp F^+. Mét vÊn ®Ò quan träng trong lý thuyÕt vÒ CSDL lµ: Cho trưíc tËp PTH F vµ mét PTH f, cã hay kh«ng mét kh¼ng ®Þnh f thuéc F^+ ? (gäi lµ bµi to¸n thµnh viªn)

§Ó tr¶ lêi ®ưîc c©u hái nµy (*bµi to¸n thµnh viªn x¸c ®Þnh xem f cã lµ thµnh viªn cña F^+ kh«ng ?*) kh«ng ®¬n gi¶n v× mÆc dï F lµ tËp nhá nhưng tËp F^+ cã thÓ rÊt lín. VÝ dô, xÐt tËp F: $F = \{A \rightarrow B_1, A \rightarrow B_2, \dots , A \rightarrow B_n\}$.

Khi ®ã F^+ chøa tÊt c¶ c¸c PTH d¹ng $A \rightarrow Y$, trong ®ã Y lµ tËp con bÊt kú cña tËp $\{B_1, B_2, \dots , B_n\}$. V× cã tíi 2^n nh÷ng tËp con Y như vËy, nªn sè lưîng c¸c phÇn tö cña F^+ sÏ rÊt lín, líi h¬n hoÆc b»ng 2^n.

VËy ®Ó gi¶i bµi to¸n thµnh viªn chóng ta cã thÓ dïng tÝnh chÊt 6 cña tËp bao ®ãng X^+ hoÆc bæ ®Ò 2.1 ®ã lµ tÝnh chÊt: $X \rightarrow Y \in F^+ \Leftrightarrow Y \subset X^+$. Do vËy chØ cÇn tÝnh X^+ vµ so s¸nh víi tËp Y ta cã ngay c©u tr¶ lêi lµ $X \rightarrow Y$ thuéc F^+ hay kh«ng. ViÖc tÝnh X^+ ®ưîc gi¶i quyÕt ®¬n gi¶n h¬n rÊt nhiÒu.

Sau ®©y chóng ta sÏ tr×nh bµy mét phư¬ng ph¸p tÝnh tËp X^+.

ThuËt to¸n t×m bao ®ãng X^+

Dưíi ®©y lµ thuËt to¸n t×m X^+ cña Beeri vµ Bernstein.

Cho lưîc ®å $R = \{A_1, A_2,\ldots , A_n\}$. F lµ tËp PTH trªn R, X lµ tËp thuéc tÝnh. TÝnh $X^+ =?$

Ta sÏ x©y dùng d·y $X^0, X^1,\ldots , X^k\ldots$ như sau:

$X^0 = X$

$X^{(i+1)} = X^i Z^i$ víi $Z^i = \{A: A \notin X^i$ vµ $X^i \to A \in F^+\}$, trong ®ã i = 0, 1, 2,...

Ta cã nhËn xÐt r»ng: d·y $X^0, X^1,\ldots$ cã thÓ x©y dùng ®ưîc nhê tËp X tËp F vµ c¸c phÐp suy dÉn cña hÖ tiªn ®Ò Armstrong. H¬n n÷a d·y $X^0, X^1, X^2,\ldots$ lµ d·y lång nhau vµ t¨ng dÇn, tøc lµ $X^0 \subset X^1 \subset\ldots$ V× tËp thuéc tÝnh R lµ h÷u h¹n nªn sau mét sè h÷u h¹n bưíc, thuËt to¸n ph¶i kÕt thóc. Nãi c¸ch kh¸c tån t¹i sè nguyªn k (bÐ nhÊt) sao cho:

$X^k = X^{(k+1)} = X^{(k+2)} =\ldots$ tÊt nhiªn khi dã $Z^k = Z^{k+1} = \ldots =$ rçng

TËp X^k ®ã chÝnh lµ tËp X^+

Trưíc khi chøng minh r»ng X^k chÝnh lµ tËp X^+ ta sÏ tr×nh bµy thuËt to¸n (b»ng ng«n ng÷ tùa Pascal) vµ xÐt vÝ dô minh häa thuËt to¸n.

ThuËt to¸n 2.1:

Input: Lưîc ®å quan hÖ R
TËp PTH F
TËp thuéc tÝnh X
Output: TËp X^+
ThuËt to¸n:

```
Begin
Y: = X;
repeat
Z: = ∅;
for each A in R do
if (A ∉ Y and Y → A ∈ F+) then Z: = Z ∪ A;
Y: = Y ∪ Z;
until Z = ∅;
```

$X^+ = Y$
end;

Thý dô 2.20

Gi¶ sö R = {A, B, C, D, E, G} vµ tËp PTH F như sau:

$F = \{AB \to C, C \to A, BC \to D, ACD \to B, D \to EG, BE \to C, CG \to BD, CE \to AG\}$, $X = \{B, D\}$, $X^+ = ?$

§Çu tiªn ta cã $X^0 = \{B, D\}$. §Ó t×m X^1 ta t×m nh÷ng PTH trong F cã vÕ tr¸i n»m trong BD. Ta cã PTH $D \to EG$ tháa m·n ®iÒu kiÖn ®ã.

VËy $Z^0 = \{E, G\}$, nªn $X^1 = \{B, D, E, G\}$. TiÕp tôc ®Ó t×m X^2 ta t×m nh÷ng PTH cña F cã vÕ tr¸i n»m trong {B, D, E, G}, ®ã lµ $D \to EG$ vµ $BE \to C$, vËy $X^2 = \{B, C, D, E, G\}$. TiÕp tôc ta cã $X^3 = \{A, B, C, D, E, G\}$. §©y lµ tËp X^+

VËy $X^+ = \{B, D\}^+ = \{A, B, C, D, E, G\} = R$.

§Þnh lý 2.3:

Trong thuËt to¸n t×m bao ®ãng X^+, ta cã $X^+ = X^k$, víi k lµ sè nguyªn bÐ nhÊt mµ $X^k = X^{k+1} = X^{k+2} = ...$

Chøng minh:

a - Ta chøng minh $X^+ \subset X^k$. ThËt vËy lÊy $A \in X^+$. Như ë trªn ta ®· thÊy $X^+ = XZ$ víi $Z = \{A: A \notin X$ vµ $X \to A \in F^+\}$.

VËy nÕu $A \in X$ th× $A \in X^k$ v× $X \subset X^k$; cßn nÕu $A \in Z$ th× theo ®Þnh nghÜa cña c¸c tËp Z^i, tån t¹i mét chØ sè i ®Ó $A \in Z^i$ vËy $A \in X^k$ v× víi mäi i th× $X^i \subset X^k$.

VËy trong c¶ hai trưêng hîp ta ®Òu cã $A \in X^k$ vµ suy ra $X^+ \subset X^k$

b - Ta cã thÓ chøng minh $X^k \subset X^+$ b»ng nhiÒu c¸ch, vý dô :

C¸ch 1:

Ta cã $X^{i+1} = X^iZ^i$

$Z^i = \{A: A \notin X^i$ vµ $X^i \to A \in F^+\}$.

VËy $X^0 = X$

$X^1 = X^0Z^0$

$X^2 = X^1Z^1 = X^0Z^0Z^1$

...

$X^{i+1} = X^iZ^i = X^0Z^0Z^1... Z^i$ víi i = 0, 1, 2,...

Trưíc tiªn ta sÏ chøng minh b»ng phư¬ng ph¸p qui n¹p r»ng víi mäi i th× $X \to Z^i$. Víi i = 0, $Z^0 = \{A: A \notin X^0$ vµ $X^0 \to A \in F^+\}$;

Theo tÝnh céng ®Çy ®ñ tõ $X^0 = X \to A$ ta céng 2 vÕ theo c¸c phÇn tö $A \in Z^0$, ta cã $X \to Z^0$.

B©y giê gi¶ sö bµi to¸n ®óng víi i, ta chøng minh cho i + 1, víi $Z^{i+1} = \{A: A \notin X^{i+1}$ vµ $X^{i+1} \to A \in F^+\}$, tư¬ng tù céng 2 vÕ theo c¸c phÇn tö A cña tËp Z^{i+1}, ta cã $X^{i+1} \to Z^{i+1}$, trong ®ã $X^{i+1} = XZ^0 \ldots Z^i$, theo gi¶ thiÕt qui n¹p vµ tÝnh ph¶n x¹ ta l¹i cã :

$X \to X^0 = X$

$X \to Z^1$

$X \to Z^2$

...

$X \to Z^i$ céng lÇn lưît 2 vÕ, ta cã $X \to X^{i+1}$

V× $X^{i+1} \to Z^{i+1}$ theo tÝnh b¾c cÇu ta cã $X \to Z^{i+1}$.

B©y giê ta trë l¹i chøng minh $X^k \subset X^+$

LÊy $A \in X^k$ vµ $X^k = XZ^0 \ldots Z^{k-1}$ NÕu $A \in X$ th×

$X \to A \in F^+$ nªn $A \in X^+$. Cßn nÕu $A \in Z^i$ th× v×

$X \to Z^i$ nªn

$X \to A \in F^+ \Rightarrow A \in X^+$

§Þnh lý ®ưîc chøng minh.

C¸ch 2:

Ta dÔ dµng thÊy r»ng $X \to X^1$, $X^1 \to X^2, \ldots$, $X^{k-1} \to X^k$

$\Rightarrow X \to X^k \Leftrightarrow X^k \subset X^+$ (theo tÝnh chÊt cña bao ®ãng).

ThÝ dô 2.21:

Cho R = {A, B, C, D, E, I}.

TËp PTH F = {A → D, AB → E, BI → E, CD → I, E → C}. TËp thuéc tÝnh X = {A, E}. TÝnh X^+ = ?

Ta cã $X^0 = \{A, E\}$

$X^1 = X^0Z^0$ vµ $Z^0 = \{Y: Y \notin X^0$ vµ $X^0 \to Y \in F^+\}$

VËy $Z^0 = \{D, C\}$ vµ $X^1 = \{A, E, D, C\}$

$Z^1 = \{Y: Y \notin X^1$ vµ $X^1 \to Y \in F^+\}$ vµ

$Z^1 = \{I\}$ nªn $X^2 = \{A, E, D, C, I\}$

$Z^2 = \{Y: Y \notin X^2$ vµ $X^2 \to Y \in F^+\} = \emptyset$

VËy $X^3 = X^2 = X^+ = \{A, E, D, C, I\}$.

2.5. Khãa cña s¬ ®å quan hÖ

Trong c«ng t¸c xö lý c¸c CSDL d¹ng quan hÖ ta ®· thÊy gi÷a c¸c tËp thuéc tÝnh cã c¸c mèi rµng buéc kiÓu PTH. Trong sè c¸c tËp thuéc tÝnh tham gia vµo c¸c PTH ta sÏ thÊy cã mét sè tËp ®ãng vai trß quan träng. VÝ dô, trong hå s¬ nh©n sù cña c¬ quan thuéc tÝnh m· nh©n viªn (MA-NV) ®ãng vai trß "x¸c ®Þnh" cña hå s¬ theo nghÜa ta cã thÓ nhËn biÕt trªn m¹ng toµn bé sè liÖu cña mét c¸n bé theo MA-NV, tøc lµ cã thÓ dïng thuéc tÝnh MA-NV như lµ khãa. HoÆc trong lưíc då qu¶n lý tuyÓn sinh ®¹i häc, thuéc tÝnh sè b¸o danh SBD ®ãng vai trß lµ *kho¸*.

Sau ®©y ®Ó cho tiÖn khi tr×nh bµy vµ sö dông ta nªu thuËt ng÷ *s¬ ®å quan hÖ (viÕt t¾t lµ S§QH)* như sau:

Cho lưîc ®å quan hÖ $R = \{A_1, A_2, \ldots A_n\}$ F lµ tËp phô thuéc hµm trªn R. *S¬ ®å quan hÖ* lµ cÆp R vµ F cho trưíc vµ ta sÏ ký hiÖu S§QH lµ W. VËy

W = < R, F >. Như vËy nãi cho mét S§QH, thùc chÊt chØ lµ cho trưíc lưîc ®å R, tËp PTH F trªn R vµ viÕt chóng thµnh cÆp < R, F >.

§Þnh nghÜa khãa cña s¬ ®å quan hÖ

TËp $K \subset R$ ®ưîc gäi lµ *Khãa tèi thiÓu* cña s¬ ®å quan hÖ W nÕu k lµ tËp tèi thiÓu kÐo theo R, tøc lµ k lµ kho¸ tèi thiÓu nÕu: $K^+ = R$ ($K \rightarrow R$) vµ bít khái K dï mét phÇn tö th× bao ®ãng cña tËp cßn l¹i kh¸c R. VËy tËp $K \subset R$ gäi lµ *khãa tèi thiÓu* nÕu: $K^+ = R$ vµ $(K - A)^+ \neq R$, víi A bÊt kú thuéc K.

Nãi c¸ch kh¸c K lµ mét khãa tèi thiÓu cña W nÕu K lµ tËp bÐ nhÊt cã thÓ vµ cã bao ®ãng ®óng b»ng R, hiÓn nhiªn r»ng khi K cã bao ®ãng b»ng R th× thªm vµo K mét phÇn tö ta còng ®ưîc tËp cã bao ®ãng b»ng R, tuy nhiªn khi K ®· lµ khãa th× bít ®i mét phÇn tö ta cã tËp mµ bao ®ãng kh«ng b»ng R.

Trùc quan tõ ®Þnh nghÜa, ta thÊy r»ng nÕu K lµ mét tËp thuéc tÝnh mµ

$K^+ = R$ th× tõ K ta cã thÓ bít dÇn c¸c phÇn tö cña K, ®Ó nhËn ®ưîc tËp K bÐ nhÊt vµ ®ã *chÝnh lµ khãa cña s¬ ®å quan hÖ*. V× sau c¸c thuéc tÝnh thuéc mét khãa nµo ®ã ta gäi lµ *thuéc tÝnh khãa*, ngưîc l¹i thuéc tÝnh kh«ng thuéc khãa nµo gäi lµ *thuéc tÝnh kh«ng khãa (hoÆc thuéc tÝnh thø cÊp* vµ ta ký hiÖu lµ F_n).

Chóng ta lưu ý r»ng trong gi¸o r×nh nµy chØ xÐt kho¸ tèi thiÓu vµ v× vËy *thay cho kho¸ tèi thiÓu ta gäi t¾t lµ kho¸*.

ThÝ dô 2.22 :

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F > víi R = {A, B, C, D, E, G} F = {AB $\to$ C, D $\to$ EG, C $\to$ A, BE $\to$ C, BC $\to$ D, CG $\to$ BD, ACD $\to$ B, CE $\to$ AG}. Ta sÏ thÊy c¸c tËp thuéc tÝnh:

K_1 = {A, B}, K_2 = {B, E}, K_3 = {C, G}, K_4 = {C, E}, K_5 = {C, D}, K_6 = {B, C} ®Òu lµ c¸c khãa cña W vµ tËp c¸c thuéc tÝnh khãa b»ng R, vµ v× vËy $F_n = \emptyset$.

VËy mét s¬ ®å quan hÖ cã thÓ cã nhiÒu khãa vµ tËp thø cÊp F_n cã thÓ rçng, vµ mäi s¬ ®å quan hÖ lu«n cã kho¸ v× ta lÊy k = R vµ tèi thiÓu dÇn ®Ó ®ưîc kho¸. VÊn ®Ò cßn l¹i ®èi víi chóng ta lµ: cho trưíc mét s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, lµm thÕ nµo ®Ó t×m khãa cña nã ?

C¸c thuËt to¸n t×m khãa

Ta nh¾c l¹i khãa lµ tËp thuéc tÝnh K mµ bao ®ãng cña K ®óng b»ng R ($K^+ = R$) vµ nÕu bít khái K mét phÇn tö bÊt kú th× bao ®ãng cña nã kh¸c R.

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy cã thÓ t×m khãa b¾t ®Çu tõ tËp R v× $R^+ = R$ vµ ta bít dÇn c¸c phÇn tö cña R ®Ó nhËn ®ưîc tËp bÐ nhÊt mµ bao ®ãng cña nã ®óng b»ng R.

Sau ®©y chóng ta sÏ tr×nh bµy thuËt to¸n t×m mét khãa theo ý tưëng nµy: Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R - lưîc ®å quan hÖ, F - tËp PTH trªn R. T×m mét khãa cña W.

ThuËt to¸n 2.2:

Input: W= < R,F>;
Output: K - khãa cña W;

ThuËt to¸n:
Bưíc 1: §Æt K = R

Bưíc 2: LÆp qu¸ tr×nh lo¹i khái K

phÇn tö A mµ $(K - A)^+ = R$

M« t¶ thuËt to¸n (b»ng tùa Pascal):

```
Begin
 K: = R;
 for each A in K do
 if (K - A)+ = R then K: = K - A else K:= K
End
```

NhËn xÐt: ThuËt to¸n 2.2 trªn ®©y cho ta t×m ®ưîc mét khãa cña s¬ ®å quan hÖ W.

NÕu muèn t×m c¸c khãa kh¸c (nÕu cã) cña s¬ ®å quan hÖ ta cã thÓ thay ®æi thø tù lo¹i bá c¸c phÇn tö cña K.

Thí dô 2.23:

Cho W = < R, F >, víi

R = {A, B, C, D, E, G, H, I}

F ={AC $\rightarrow$ B, BI $\rightarrow$ ACD, ABC $\rightarrow$ D

H $\rightarrow$ I, ACE $\rightarrow$ BCG, CG $\rightarrow$AE}

T×m K = ?

Bưíc 1: K = R = {A, B, C, D, E, G, H, I}

Bưíc 2: LÇn lưît lo¹i c¸c thuéc tÝnh cã trong K:

Lo¹i phÇn tö A: Ta cã $\{B, C, D, E, G, H, I\}^+ = R$ (v× CG $\rightarrow$ AE) nªn K = {B, C, D, E, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö B: Ta cã $\{C, D, E, G, H, I\}^+ = R$ (v× CG $\rightarrow$ AE vµ AC $\rightarrow$ B) nªn K = {C, D, E, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö C: Ta cã $\{D, E, G, H, I\}^+ \neq R$ nªn K = {C, D, E, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö D: Ta cã $\{C, E, G, H, I\}^+ = R$ (v× CG $\rightarrow$ AE, AC $\rightarrow$ B, ABC $\rightarrow$ D) nªn K = {C, E, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö E: Ta cã $\{C, G, H, I\}^+ = R$ (v× CG $\rightarrow$ AE, AC $\rightarrow$ B, ABC $\rightarrow$ D} nªn K = {C, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö G: Ta cã $\{C, H, I\}^+ \neq R$ nªn K = {C, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö H: Ta cã $\{C, G, I\}^+ \neq R$ nªn K = {C, G, H, I}

Lo¹i phÇn tö I: Ta cã $\{C, G, H\}^+ = R$ (v× CG $\rightarrow$ AE, AC $\rightarrow$ B, ABC $\rightarrow$ D, H $\rightarrow$ I} nªn K = {C, G, H}. VËy K = {C, G, H} lµ khãa cña W.

Tõ thuËt to¸n t×m khãa ta cã c¸c nhËn xÐt sau:

1 - *C¸c thuéc tÝnh kh«ng xuÊt hiÖn trong c¶ vÕ tr¸i vµ vÕ ph¶i cña tËp F ph¶i cã trong khãa K.*

2 - *C¸c thuéc tÝnh chØ xuÊt hiÖn bªn tr¸i cña c¸c PTH trong F còng ph¶i thuéc khãa K.*

3 - Trong qu¸ tr×nh t×m khãa ta cã thÓ bá tÊt c¶ c¸c thuéc tÝnh ®¬n phÝa bªn ph¶i c¸c PTH cña F. Tuy nhiªn cÇn kiÓm tra l¹i v× kh«ng ph¶i lóc nµo c¸c thuéc tÝnh ®ã còng bá ®ưîc. VÝ dô, R = {A,B,C,D,E}

F_1 = {A$\rightarrow$ B, C $\rightarrow$ E, C $\rightarrow$D}, khi ®ã khãa lµ K = {A,C}.

NÕu F_2 = {A $\rightarrow$ C, C $\rightarrow$ABDE} th× K = {A}, K'={C} lµ khãa (trong trưêng hîp nµy ta kh«ng bá C ®ưîc, mÆc dï C xuÊt hiÖn ®¬n ë bªn ph¶i cña PTH cña F).

4- ThuËt to¸n 2.2 ®· kh¼ng ®Þnh *mäi s¬ ®å quan hÖ W ®Òu cã kho¸*, tuy nhiªn thuËt to¸n *kh«ng kh¼ng ®Þnh W cã bao nhiªu kho¸* vµ *sè lưîng c¸c phÇn tö trong mçi kho¸ cã như nhau kh«ng*. Ch¼ng h¹n W = <{A,B,C,D}, {A$\rightarrow$BCD, CD$\rightarrow$AB}> th× W cã hai kho¸ k_1= {A}, k_2= {C, D}.

Trong [8], t¸c gi¶ ®· ®Þnh nghÜa khãa lµ tËp thuéc tÝnh K bÐ nhÊt tháa m·n tÝnh chÊt: víi mäi bé t_1, t_2 kh¸c nhau cña quan hÖ r trªn R ta lu«n cã

t_1. K $\neq$ t_2. K, (xem [8] trang 11). VËy ta cã ®Þnh lý sau:

§Þnh lý 2.4:

a. NÕu K lµ khãa cña s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, r lµ quan hÖ trªn R th× víi mäi cÆp phÇn tö kh¸c nhau t_1, t_2 cña r ta lu«n cã t_1. K ¹ t_2. K.

Ta cã thÓ chøng minh ®iÒu nµy mét c¸ch ®¬n gi¶n. ThËt vËy:

Gi¶ sö K lµ kho¸ cña W, t_1,t_2 lµ hai phÇn tö kh¸c nhau cña r mµ

t_1. K = t_2. K. V× K lµ khãa nªn ta cã K $\rightarrow$ R vµ tõ t_1. K = t_2. K ta cã

t_1. R = t_2. R tøc t_1 = t_2 ®iÒu nµy m©u thuÉn víi gi¶ thiÕt lµ $t_1 \neq t_2$.

b. Ngưîc l¹i nÕu K lµ tËp tèi thiÓu vµ víi mäi quan hÖ r trªn R mµ mäi cÆp bé t_1, t_2 cña r mµ t_1. K ¹ t_2. K th× K lµ kho¸ cña s¬ ®å quan hÖ W =

< R, F >.

2.6. C¸c d¹ng chuÈn cña s¬ ®å quan hÖ

Trong c«ng t¸c qu¶n lý vµ xö lý c¸c hÖ c¬ së d÷ liÖu, chóng ta thưêng ph¶i ®ưa CSDL vÒ d¹ng ®¬n gi¶n nhÊt, Ýt cång kÒnh nhÊt, tèn Ýt bé nhí nhÊt, xö lý nhanh nhÊt vµ tÊt nhiªn cã tÝnh ®Æc thï nhÊt. §Ó thùc hiÖn môc ®Ých ®ã chóng ta ph¶i tiÕn hµnh "chuÈn hãa" c¸c hÖ CSDL. Tøc lµ chóng ta sÏ xÐt mét sè d¹ng ®Æc biÖt mµ trong CSDL gäi lµ c¸c d¹ng chuÈn (Normal Forms). Sù ph©n lo¹i c¸c s¬ ®å quan hÖ W = < R, F > theo c¸c Normal Form thùc chÊt lµ dùa vµo c¸c tËp phô thuéc hµm F ®Ó chóng ta ph©n lo¹i s¬ ®å quan hÖ thuéc d¹ng chuÈn nµo.

Sau ®©y chóng ta sÏ xÐt mét sè d¹ng quen thuéc cña c¸c s¬ ®å quan hÖ ®· ®ưîc nhiÒu t¸c gi¶ quan t©m.

D¹ng chuÈn 1 - 1NF

D¹ng chuÈn 1 (first Norm Form) ký hiÖu lµ 1NF.

Cho lưîc ®å quan hÖ R, F lµ tËp phô thuéc hµm trªn R. SDQH W = <R,F> *®ưîc gäi lµ d¹ng chuÈn 1 (1NF)* nÕu vµ chØ nÕu toµn bé c¸c miÒn gi¸ trÞ cã mÆt trong R ®Òu chØ chøa c¸c gi¸ trÞ nguyªn tè (gi¸ trÞ nguyªn tè lµ gi¸ trÞ kh«ng thÓ t¸ch thµnh c¸c gi¸ trÞ kh¸c - gi¸ trÞ ®¬n).

Khi W = <R,F> lµ 1NF th× mäi quan hÖ r trªn R còng ®ưîc gäi tư¬ng øng lµ *quan hÖ 1NF*.

ThÝ dô 2.24:

XÐt b¶ng qu¶n lý häc viªn cao häc theo häc mét sè chuyªn ®Ò t¹i trung t©m ®µo t¹o sau ®¹i häc:

a - Quan hÖ kh«ng lµ 1NF

MS	T£N	NGµnh	M¤NHOC	TiÒN	K£TTHUC
01	An	VËt lý	Quang	200	30/9/99
02	Anh	To¸n	§¹i sè	200	30/8/99
03	B×nh	Hãa	Cao ph©n tö	300	30/10/99

04	Long	M«i trưêng	M«i trưêng	500	30/10/99
05	A,B	Tin	CSDL,SQL	600	30/11/99

§©y lµ mét quan hÖ kh«ng lµ 1NF v× c¸c thuéc tÝnh như m«nhäc cã miÒn gi¸ trÞ " §a trÞ " (kh«ng ®¬n trÞ, cã thÓ t¸ch ®ưîc), hoÆc thuéc tÝnh T£N ë phÇn tö thø 5 cña quan hÖ cã hai gi¸ trÞ lµ A,B. VËy quan hÖ trªn *kh«ng lµ d¹ng chuÈn 1NF* vµ tÊt nhiªn W = <R,F> còng kh«ng lµ 1NF.

Tuy nhiªn nÕu bá qua phÇn ng÷ nghÜa cña quan hÖ ta lu«n cã thÓ ®ưa d¹ng chưa chuÈn trªn vÒ d¹ng chuÈn(d¹ng mµ c¸c gi¸ trÞ cña c¸c thuéc tÝnh lµ ®¬n) như sau:

b - Quan hÖ lµ 1NF

MS	T£N	NGµnh	M¤NHOC	TI£N	K£TTHUC
01	An	VËt lý	Quang	200	30/9/99
02	Anh	To¸n	§¹i sè	200	30/8/99
03	B×nh	Hãa	Cao ph©n tö	300	30/10/99
04	Long	M«i trưêng	M«i trưêng	500	30/10/99
05	A	Tin	CSDL	300	30/11/99
05	B	Tin	SQL	300	30/11/99

NhËn xÐt: Hai b¶ng quan hÖ trªn ®Òu cïng qu¶n lý mét m¶ng th«ng tin cña mét nhãm ®èi tưîng, cã cÊu tróc l«gic tùa như nhau nhưng cÊu tróc vËt lý kh¸c nhau. Tuy nhiªn trong b¶ng a - cã thÓ coi r lµ mét quan hÖ 5 phÇn tö, cßn b¶ng b - lµ mét quan hÖ 6 phÇn tö vµ th«ng tin ®· râ rµng h¬n. TÊt nhiªn tõ quan hÖ ®a trÞ ®ưa vÒ ®¬n trÞ lµ kh«ng duy nhÊt. Như vËy mäi quan hÖ chóng ta ®Òu cã thÓ ®ưa vÒ d¹ng ®¬n trÞ nªn mäi S§QH W = < R, F> ®Òu lµ chuÈn 1NF. VËy líp 1NF chøa tÊt c¶ c¸c s¬ ®å quan hÖ. Tõ nay ta chØ xÐt s¬ ®å quan hÖ 1NF.

D¹ng chuÈn 2 - 2NF

Ta nãi Y phô thuéc hoµn toµn vµo X nÕu trong X kh«ng cã tËp con thùc sù X_1 mµ $X_1 \rightarrow Y$. Nãi c¸ch kh¸c Y phô thuéc hoµn toµn vµo X nÕu:

(*) $X \rightarrow Y$ vµ bít khái X dï mét thuéc tÝnh A.

(**) not $(X \setminus A) \rightarrow Y$.

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >.

K lµ mét khãa cña W.

Ta nãi W lµ (ë) d¹ng chuÈn 2, ký hiÖu *lµ 2NF*, nÕu mäi thuéc tÝnh thø cÊp cña W phô thuéc hoµn toµn vµo khãa. Nãi c¸ch kh¸c *W lµ 2NF nÕu: trong W kh«ng cã PTH d¹ng X ® x Î F_n víi X lµ tËp con thùc sù cña khãa K vµ x lµ thuéc tÝnh kh«ng khãa (thø cÊp)*.

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy ngay lµ líp c¸c s¬ ®å quan hÖu 2NF lµ líp con thùc sù cña líp 1NF, v× cã nhiÒu s¬ ®å quan hÖ kh«ng lµ 2NF.

ThÝ dô 2.25:

Ta xÐt hå s¬ nh©n sù c¬ quan (quan hÖ r) như sau:

TT	Hä-T£N	NS	T§¤	QU£	GT
01	TuÊn Anh	1960	§¹i häc	HuÕ	Nam
02	Lan Anh	1977	§¹i häc	Hµ Néi	N÷
03	§×nh §«ng	1945	TS	VÜnh Phó	Nam
05	§×nh §«ng	1943	TS	Hµ Néi	Nam
06	C«ng Nô	1960	TS	VÜnh Phó	Nam
07	Hoa HuÖ	1972	Trung häc	NghÖ An	N÷

Ta thÊy ngay r»ng tËp cã mét thuéc tÝnh TT lµ khãa cña quan hÖ r v× theo ®Þnh nghÜa cña PTH ta cã TT →{HO-T£N, NS, T§¤, GT, QU£}. V× r lµ 1NF vµ tËp khãa chØ cã mét phÇn tö n³n kh«ng thÓ cã phÇn tö kh«ng khãa phô thuéc hµm vµo tËp con thùc sù cña khãa (tËp con thùc sù cña khãa b»ng rçng), vËy *r lµ 2NF*. Ta cã kÕt luËn sau:

KÕt luËn:

W lµ 2NF nÕu mçi khãa cña W chØ cã mét phÇn tö.

ThÝ dô 2.26:

Ta quay l¹i vÝ dô 2. 22 , ta ®· thÊy khãa cña W lµ:

K_1 = {A, B}, K_2 = {B, E}, K_3 = {C, G}, K_4 = {C, E},K_5 = {C, D}, K_6 = {B, C}.

Trong vÝ dô nµy tÊt c¶ c¸c phÇn tö cña R ®Òu lµ phÇn tö khãa, tøc lµ tËp c¸c phÇn tö kh«ng khãa b»ng rçng nªn kh«ng cã PTH d¹ng A → x mµ x lµ phÇn tö thø cÊp (kh«ng cã phÇn tö x như vËy). VËy W lµ 2NF.

KÕt luËn:

W lµ 2NF nÕu tËp c¸c thuéc tÝnh kh«ng khãa F_n cña W b»ng rçng.

ThÝ dô 2.27:

Sau ®©y ta sÏ nªu mét vÝ dô mµ s¬ ®å quan hÖ W kh«ng lµ 2NF.

Cho W = < R, F >, víi R = {A, B, C, D, E, H}

F = {A → E, C → D, E → DH}.

Ta dÔ dµng thÊy r»ng tËp K = {A, B, C} lµ khãa duy nhÊt cña W, D lµ thuéc tÝnh kh«ng khãa vµ C → D, v× C lµ tËp con thùc sù cña khãa nªn *W kh«ng lµ 2NF*.

Như vËy khi xÐt mét s¬ ®å quan hÖ W = < R, F > cã lµ 2NF kh«ng ta ph¶i tÝnh tÊt c¶ c¸c khãa cña s¬ ®å vµ tõ ®ã suy ra tËp thuéc tÝnh thø cÊp.

Sau ®ã xÐt xem cã tËp con thùc sù nµo cña khãa kÐo theo mét thuéc tÝnh thø cÊp kh«ng?

VÝ dô W = < R, F > ; R = {A,B,C,D,E}, F = {A→ B, C → D}.

Khi ®ã mäi khãa K ph¶i chøa E, A, C vµ ta còng thÊy r»ng tËp K = {A,C,E} lµ khãa duy nhÊt. VËy c¸c thuéc tÝnh thø cÊp lµ B, D. Ta thÊy trong khãa K cã chøa c¸c tËp con thùc sù A, C vµ chóng kÐo theo c¸c thuéc tÝnh thø cÊp B,D tư¬ng øng, nªn W kh«ng lµ 2NF.

D¹ng chuÈn 3 - 3NF

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. Ta nãi W lµ (ë) d¹ng chuÈn 3, ký hiÖu *lµ 3NF* nÕu trong *W kh«ng tån t¹i PTH d¹ng X ® x Ï X, víi mäi tËp thuéc tÝnh X mµ X^+ ¹ R vµ x lµ thuéc tÝnh thø cÊp*.

Tõ ®Þnh nghÜa ta cã nhËn xÐt r»ng nÕu *W lµ 3NF th× nã lµ 2NF*. Trong d¹ng chuÈn 2NF ta chØ cÊm c¸c thuéc tÝnh thø cÊp phô thuéc vµo tËp con thùc sù cña khãa (tËp cã bao ®ãng kh¸c R), trong 3NF ta cÊm thuéc tÝnh thø cÊp phô thuéc vµo mäi tËp (trong ®ã cã tËp con thùc sù cña khãa) cã bao ®ãng kh¸c R.

Thý dô 2.28:

Sau ®©y lµ mét vÝ dô mµ W kh«ng lµ 3NF, ta lÊy vÝ dô 2. 27. Trong vÝ dô nµy ta thÊy D lµ thuéc tÝnh thø cÊp vµ $C \rightarrow D$, ®ång thêi $C^{+} \neq R$. VËy W kh«ng lµ 3NF.

Thý dô 2.29:

Trë l¹i vÝ dô 2. 22, ta thÊy r»ng W trong vÝ dô nµy lµ 3NF, v× tËp thuéc tÝnh R ë ®©y kh«ng cã thuéc tÝnh kh«ng khãa (thø cÊp).

Thý dô 2.30:

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A, B, C, D}

$F = \{AB \rightarrow C, D \rightarrow B, C \rightarrow ABD\}$

Ta thÊy r»ng : C¸c tËp $K_1 = \{A, B\}$, $K_2 = \{A, D\}$, $K_3 = \{C\}$ lµ c¸c khãa. VËy R kh«ng cã thuéc tÝnh thø cÊp, nªn W lµ 3NF.

KÕt luËn:

NÕu s¬ ®å quan hÖ W = < R, F > mµ R kh«ng chøa thuéc tÝnh thø cÊp th× W lµ 3NF.

D¹ng chuÈn Boyce – Codd (BCNF)

D¹ng chuÈn tiÕp theo ta sÏ xÐt lµ d¹ng chuÈn Boyce - Codd ký hiÖu lµ BCNF.

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >

Ta nãi *W lµ BCNF* nÕu trong *W kh«ng tån t¹i PTH d¹ng X ® x víi x Ï X vµ X + ¹ R*.

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy ngay r»ng nÕu *W lµ BCNF th× nã lµ 3NF*. Trong 3NF ta chØ cÊm *c¸c thuéc tÝnh thø cÊp kh«ng phô thuéc vµo tËp cã bao* *đóng khác R*, còn trong BCNF ta cấm *tất cả các thuộc tính không phụ thuộc vào tập có bao đóng khác R*.

Thí dụ 2.31:

Cho W = < R, F >, với R = {A, B, C, D}

F = {AB → C, C → ABD}

Ta dễ dàng thấy rằng:

Các tập có bao đóng khác R là X = {A} hoặc X = {B} hoặc X = {D} hoặc X = {A, D} hoặc X = {B, D} và trong các tập trên không có PTH dạng X → x với x∉ X.

Vậy W là BCNF.

Thí dụ 2.32:

Sau đây ta sẽ xét một sơ đồ quan hệ W mà W là 3NF nhưng W không là BCNF.

Cho W = < {A,B,C,D}, {A →BCD, BC → DA, B →C}> . Rõ ràng rằng W là 3NF vì W có hai khoá là {A} và {B,C} nên tập không khoá là D và không có tập nào có bao đóng khác R kéo theo thuộc tính thứ cấp D. Ngược lại W không là BCNF vì có phụ thuộc hàm B→ C mà B^+ khác R.

Nhận xét: Nếu *W= <R,F> là1NF,2NF,3NF,BCNF,...thì mọi quan hệ r trên R cũng là 1NF, 2NF, 3NF, BCNF*, . . . tương ứng. Tất nhiên *mới chỉ vài quan hệ r trên R là 2NF, 3NF, BCNF, ... thì chưa khẳng định được W=< R, F> là các dạng chuẩn tương ứng*.

Cũng từ định nghĩa ta suy ra rằng: Cho sơ đồ quan hệ W=< R, F >.

a - Muốn xét xem W là 2NF hay không ta phải :

· Tính tất cả các khóa K của W và suy ra đồng thời tập thuộc tính thứ cấp F_n

· Xét xem có K'→ x không (K' tập con thực sự của khóa và x thuộc F_n).

Ví dụ, cho W = < R, F > với R = {A, B, C, D, E, G} và F = {A→ BC, C → DE, E → G}. Khi đó ta thấy mọi khóa K phải chứa A và hơn thế nữa tập {A} là khóa nên ta có ngay tập thứ cấp là {B,C,D,E,G} và W là 2NF vì các tập khóa chỉ có một phần tử.

b - Muèn xÐt xem W lµ 3NF hay kh«ng ta ph¶i:

· TÝnh tËp thuéc tÝnh thø cÊp F_n ={x,... };

· XÐt xem cã X → x (x∉ X vµ $X^+ \neq$ R).

VÝ dô, W = < R, F >, R = {A, B,C,D,E,G,H}

F = {C→ AB, D → E, B → G}

Ta thÊy mäi khãa K ®Òu ph¶i chøa H, C, D vµ tËp 3 phÇn tö nµy lµ khãa. VËy ta cã tËp c¸c thuéc tÝnh thø cÊp {A,B,E,G}. Tõ F ta thÊy ngay r»ng kh«ng cã tËp X mµ bao ®ãng kh¸c R kÐo theo thuéc tÝnh thø cÊp. W lµ 3NF

c - Muèn xÐt xem W lµ BCNF hay kh«ng ta ph¶i:

· XÐt xem cã X→ a víi a∉ X vµ $X^+ \neq$ R.

VÝ dô, R= {A, B, C, D, E, G, H}, F= {A →BC, D →E, H → G}. Ta thÊy tËp con cã bao ®ãng kh¸c R mµ kÐo theo thuéc tÝnh kh¸c: D → E. VËy W kh«ng lµ BCNF.

§Þnh lý 2.5:

C¸c líp d¹ng chuÈn cña c¸c s¬ ®å quan hÖ cã quan hÖ lång nhau, líp sau n»m trong líp trưíc. NghÜa lµ ta cã:

!NF ⊃ 2NF ⊃ 3NF ⊃ BCNF . Lång nhau ë ®©y lµ thùc sù, nghÜa lµ líp sau n»m gän trong líp trưíc.

ThËt vËy víi R = {A,B,C,D} vµ F_1 = {AB→C, D→B, C→ABD} th× W_1= < R, F_1 > lµ 3NF nhưng kh«ng lµ BCNF (v× kh«ng cã tËp X mµ cã bao ®ãng kh¸c R nhưng l¹i kÐo theo thuéc tÝnh thø cÊp (tËp c¸c thuéc tÝnh thø cÊp b»ng rçng) nªn W lµ 3NF, ngưîc l¹i W kh«ng lµ BCNF v× nã chøa tËp X = D cã bao ®ãng kh¸c R vµ kÐo theo B). Cßn W_2 = < R, F_2 > víi F_2 = {B → D, A → C, C → ABD} lµ 2NF nhưng kh«ng lµ 3NF (v× c¸c thuéc tÝnh thø cÊp B,D phô thuéc hoµn toµn vµo khãa nªn nã lµ 2NF, ngưîc l¹i cã tËp X = {B} cã bao ®ãng kh¸c R nhưng kÐo theo thuéc tÝnh thø cÊp D nªn nã kh«ng lµ 3NF), vµ rÊt nhiÒu s¬ ®å quan hÖ lµ 1NF nhưng kh«ng lµ 2NF.

2.7. Phô thuéc ®a trÞ vµ D¹ng chuÈn 4- 4NF

Trưíc khi tr×nh bµy tiÕp c¸c d¹ng chuÈn tiÕp theo, chóng ta h·y lưu ý r»ng líp c¸c quan hÖ chóng ta ®· vµ ®ang xÐt rÊt lín, mét sè c¸c quan hÖ cã ng÷ nghÜa (semantic) phøc t¹p, trong tËp c¸c thuéc tÝnh kh«ng cã PTH hoÆc cã c¸c phô thuéc ®Æc biÖt. VËy ®Ó ®i s©u nghiªn cøu c¸c ®Æc thï, tÝnh chÊt cña líp c¸c quan hÖ, chóng ta sÏ tr×nh bµy tiÕp kh¸i niÖm phô thuéc ®a trÞ.

ThÝ dô 2.33:

Ta xÐt b¶ng r th«ng b¸o chñ vµ xe như sau :

r

Chñ	Xe	BiÓn
A	BMW	29F1
A	BMW	29F2
A	BMW	29F3
B	Toyota	29H1
B	Toyota	29H2

Trong quan hÖ nµy kh«ng cã phô thuéc hµm gi÷a Chñ vµ BiÓn, nhưng gi÷a c¸c thuéc tÝnh Chñ, BiÓn, cã mèi quan hÖ ®Æc biÖt. VÝ dô ta thÊy nÕu cïng mét Chñ (chiÕu lªn Chñ cña bé t tøc t.Chñ = A hoÆc B) th× tr¸o hai biÓn bÊt kú cho nhau (tr¸o t.BiÓn cho nhau)ta vÉn ®ưîc mét xe hîp lÖ cña chñ ®ã . KiÓu phô thuéc ®Æc biÖt nµy S. Jajda gäi lµ phô thuéc ®a trÞ.

VËy ta cã kh¸i niÖm phô thuéc ®a trÞ trong c¸c lưîc ®å quan hÖ như sau.

§Þnh nghÜa phô thuéc ®a trÞ

Mét c¸ch chÝnh x¸c trong c¸c c«ng bè cña m×nh S. Jajda ®· nªu ®Þnh nghÜa phô thuéc ®a trÞ như sau:

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... A_n}, n ≥ 3. X vµ Y lµ c¸c tËp con cña R vµ Z = R - (X ∪ Y). Mçi phÇn tö t (bé t) cña quan hÖ r trªn R ta cã thÓ coi như ghÐp cña 3 phÇn chiÕu cña t lªn c¸c tËp thuéc tÝnh X, Y, Z tư¬ng øng tøc lµ t = t.Xt.Yt.Z.

Ta nãi trong lưîc ®å quan hÖ R *x¸c ®Þnh phô thuéc ®a trÞ tõ X lªn Y* (X x¸c ®Þnh ®a trÞ Y), ký hiÖu lµ *X ®® Y, nÕu mäi cÆp phÇn tö t_1, t_2 cña r b»ng nhau trªn tËp X*, tøc:

$$t_1 = t_1.Xt_1.Yt_1.Z \in r$$
$$t_2 = t_1.Xt_2.Yt_2.Z \in r \quad (1)$$

vµ t_1. X = t_2. X *th× khi ®æi ®u«i t_1vµ t_2 cho nhau (t_1. Z vµ t_2. Z) chóng ta vÉn nhËn ®îc c¸c phÇn tö thuéc r*, tøc lµ:

t_1' = t_1. Xt_1.Yt_2.Z vµ

t_2' = t_1.Xt_2.Yt_1.Z (2)

còng thuéc r víi r lµ mét quan hÖ bÊt kú trªn R.

Nãi ng¾n gän l¹i lµ ta cã *X ®® Y nÕu víi mäi t_1,t_2 nh trong (1) thuéc r vµ t_1.X = t_2.X th× ta còng cã t_1',t_2' nh trong (2) thuéc r*.

ThÝ dô 2.34. a

XÐt quan hÖ Chñ- Xe r nh trªn ta cã ngay:

Chñ ®® Xe vµ Chñ ®® BiÓn

ThÝ dô 2.34.b:

Mét c¸ch tæng qu¸t cho lîc ®å quan hÖ R vµ hai tËp thuéc tÝnh X, Y.

NÕu *X ® Y th× X ®® Y.* ThËt vËy gi¶ sö t_1 vµ t_2 thuéc r vµ

t_1.X = t_2.X v× X→ Y, nªn t_1.Y = t_2.Y. Khi ®ã t_1'= t_1.Xt_1.Yt_2.Z =

t_2.Xt_2.Yt_2.Z = t_2 thuéc r. T¬ng tù ta cã t_2' = t_1 thuéc r . Nªn *X ®® Y*

TÝnh chÊt cña phô thuéc ®a trÞ

Sau ®©y chóng t«i xin nªu mét vµi tÝnh chÊt c¬ b¶n nhÊt cña c¸c phô thuéc ®a trÞ.

TÝnh chÊt d1: TÝnh bï cña phô thuéc ®a trÞ:

NÕu X, Y, Z lµ 3 tËp con rêi nhau cña lîc ®å quan hÖ

R = {A_1, A_2,... , A_n} vµ R = X ∪ Y ∪ Z th×

X ®® Y khi vµ chØ khi X ®® Z.

TÝnh chÊt d2: TÝnh t¨ng trëng:

NÕu X ®® Y vµ V Ì W th× XW ®® YV.

TÝnh chÊt d3: TÝnh b¾c cÇu:

NÕu X ®® Y vµ Y ®® V th× X ®® V\ Y.

TÝnh chÊt d4: TÝnh pha trén:

NÕu X ® Y th× X ®® Y.
Nãi c¸ch kh¸c phô hµm lµ trưêng hîp riªng cña phô thuéc ®a trÞ.

TÝnh chÊt d5: NÕu X ®® Y vµ W ® V víi V Ì Y vµ W Ç Y =Æ th× X ® V.
Vµ mét sè tÝnh chÊt cã thÓ suy dÉn ®ưîc:

TÝnh chÊt 6: (Hîp) X →→ Y vµ X →→ Z ⇒ X →→ YZ.

TÝnh chÊt 7: (Tùa b¾c cÇu)
X →→ Y vµ YW →→ V ⇒ XW → V - YW.

TÝnh chÊt 8: (Tùa hîp)
X →→ Y vµ XY → W, th× X → W - Y.

TÝnh chÊt 9: TÝnh ph©n r·
NÕu X →→ Y vµ X →→ V th×
X →→ Y ∩ V ;
X →→ Y - V;
X →→ V - Y.

VÒ sau ta thưêng ký hiÖu phô thuéc ®a trÞ lµ MD (Multivalued Dependencies), vÝ dô cho phô thuéc ®a trÞ ta viÕt cho MD X →→ Y.

Mét MD $X \to\to Y$ trªn lưîc ®å R ®ưîc gäi lµ *phô thuéc c¬ së nÕu* $Y \neq \varnothing$ vµ Y kh«ng giao víi X, tøc lµ $X \cap Y = \varnothing$ vµ $X \cup Y \neq R$.

Sau ®©y ta sÏ chøng minh mét vµi tÝnh chÊt cña phô thuéc ®a trÞ:

TÝnh chÊt d1: Ta cã $X \to\to Y$ vµ $Z = R - X - Y$.

Gi¶ sö t_1 vµ t_2 lµ hai phÇn tö cña r mµ $t_1.X = t_2.X$ vµ $t_1 = t_1.Xt_1.Yt_1.Z$, $t_2 = t_2.Xt_2.Yt_2.Z$ theo gi¶ thiÕt $X \to\to Y$ nªn $t_1' = t_1.Xt_1.Yt_2.Z$, vµ $t_2' = t_2.Xt_2.Yt_1.Z$ còng thuéc r, v× $t_1.X = t_2.X$ nªn ®æi $t_1.X$ vµ $t_2.X$ cho nhau trong c¸c t_1' vµ t_2' ta vÉn ®ưîc c¸c phÇn tö thuéc r, hay $t_1' = t_2.Xt_1.Yt_2.Z$. $t_2' = t_1.Xt_2.Yt_1.Z$ còng thuéc r. Theo ®Þnh nghÜa ta cã $X \to\to Z$.

VËy ta cã ®Þnh nghÜa tư¬ng ®ư¬ng: $X \to\to Y$ nÕu t_1 vµ t_2 mµ $t_1.X = t_2.X$ vµ $t_1 = t_1.Xt_1.Yt_1.Z$ cïng $t_2 = t_2.Xt_2.Yt_2.Z$ thuéc r th× $t_1' = t_1.Xt_2.Yt_1.Z$ vµ $t_2' = t_2.Xt_1.Yt_2.Z$ còng thuéc r(thay phÇn gi÷a cña hai phÇn tö t_1 vµ t_2)

VÒ sau ta sÏ dïng ®Þnh nghÜa nµy nhiÒu h¬n. B¹n ®äc cÇn lµm quen vµ nhËn d¹ng nhanh khi nãi t_1, t_2 th× ta biÕt ngay t_1', t_2' tư¬ng øng.

TÝnh chÊt d2: Ta cã $X \to\to Y$ vµ $V \subset W$, ta ph¶i chøng minh $XW \to\to YV$.

ThËt vËy, gi¶ sö t_1 vµ t_2 thuéc r mµ $t_1.XW = t_2.XW$ vµ

$t_1 = t_1.XWt_1.YVt_1.Z = t_1.XWt_1.Yt_1.Vt_1.Z$,

$t_2 = t_2.XWt_2.YVt_2.Z = t_2.XWt_2.Yt_2.Vt_2.Z$ vµ v× $X \to\to Y$ nªn $t_1' = t_1.XWt_2.Yt_1.Vt_1.Z$ vµ $t_2' = t_2.XWt_1.Yt_2.Vt_2.Z$ cïng thuéc r (chó ý v× $t_1.XW = t_2.XW$ nªn $t_1.X = t_2.X$) mµ $V \subset W$ nªn $V \subset XW$ vµ do $t_1.XW = t_2.XW$ nªn $t_1.V = t_2.V$. thay $t_1.V$ vµ $t_2.V$ vµo t_1' vµ t_2' ta cã $t_1' = t_1.XWt_2.Yt_2.Vt_1.Z = t_1.XWt_2.YVt_1Z$ vµ $t_2' = t_2.XWt_1.Yt_1.Vt_2.Z = t_2.XWt_1.YVt_2.Z$ cïng thuéc r.

VËy $XW \to\to YV$.

TÝnh chÊt d3:

Ta sÏ chøng minh tÝnh chÊt 3 b»ng ph¶n chøng.

Gi¶ sö kÕt luËn cña mÖnh ®Ò kh«ng tháa m·n, nghÜa lµ tån t¹i mét quan hÖ r mµ trªn ®ã $X \to\to Y$ vµ $Y \to\to V$ tháa m·n nhưng: $X \to\to V \setminus Y$ kh«ng tháa m·n. NghÜa lµ trªn r tån t¹i hai bé t_1, t_2 mµ:

$t_1. X = t_2. X$ vµ $t_1' = t_1. Xt_2. (V\backslash Y)t_1. (R\backslash X\backslash(V\backslash Y)) \notin r$

Theo gi¶ thiÕt $X \to\to Y$ vµ tõ $t_1. X = t_2. X$ ta cã $t_1'' = t_1. Xt_2. Yt_1. (R\backslash X\backslash Y) \in r$. Ta dÔ dµng nhËn thÊy r»ng : $t_1''. Y = t_2. Y$ vµ v× $Y \to\to V$ nªn ta cã thÓ thay chiÒu cña V trong t_2 vµ t_1'' ®Ó ®ưîc c¸c phÇn tö thuéc r, tøc lµ $t_1''' = t_1. Xt_2. Yt_2. Vt_1. (R\backslash X\backslash Y\backslash V)) \in r$.

Ta sÏ chøng minh $t_1' = t_1'''$. Râ rµng trªn tËp thuéc tÝnh $X \cup (V\backslash Y)$ th× t_1' vµ t_1''' b»ng nhau. B©y giê ta chØ ra r»ng t_1' vµ t_1''' b»ng nhau trªn phÇn cßn l¹i tøc trªn $R\backslash X\backslash(V\backslash Y)$, mµ $t_1'''. (R \backslash X\backslash(V\backslash Y)) = t_2. Yt_2. (V\cap Y)t_1. (R\backslash X\backslash Y\backslash V) = t_2. Yt_1. (R\backslash X\backslash Y\backslash V) = t_1'. (R\backslash(V\backslash Y))$.

Tư¬ng tù c¸c b¹n cã thÓ tiÕp tôc chøng minh c¸c tÝnh chÊt cßn l¹i cña phô thuéc ®a trÞ.

HÖ t i ª n ®Ò c ñ a c ¸ c r µ n g b u é c FD (PTH) v µ MD

Gäi FD lµ líp tÊt c¶ c¸c phô thuéc hµm khi ®ã ta ®· cã *hÖ tiªn ®Ò Armstrong cho líp FD*:

A1 tÝnh ph¶n x¹: $X\to X$ vµ nÕu $Y \subset X$ th× $X \to Y$.

A2 tÝnh b¾c cÇu: $X \to Y$ vµ $Y \to V$ th× $X \to V$.

A3 tÝnh t¨ng trëng (më réng): $X \to Y$ th× $XZ \to YZ$.

Trong líp MD, *hÖ n¨m tÝnh chÊt d1,d2,d3,d4,d5 gäi lµ hÖ tiªn ®Ò cña líp MD*.

Tæng qu¸t *hÖ t¸m tiªn ®Ò {A1,A2,A3,d1,d2,d3,d4,d5} gäi lµ hÖ tiªn ®Ò cña c¸c rµng buéc d¹ng phô thuéc hµm vµ phô thuéc ®a trÞ FD È MD*.

§Þnh lý 2.6:

HÖ tiªn ®Ò {A1, A2, A3, d1, d2, d3, d4, d5} *®óng ®¾n vµ ®Çy ®ñ trong líp c¸c rµng buéc FD È MD*.

Tõ nay khi nãi cho tËp rµng buéc § ta ngÇm chØ r»ng trong § cã chøa c¸c rµng buéc kiÓu phô thuéc hµm vµ c¸c phô thuéc ®a trÞ. VÝ dô § = {$A \to B$, $G \to\to C$, $E \to F$, $G \to E$}.

Tư¬ng tù bao ®ãng cña §, ký hiÖu §$^+$ lµ tËp tÊt c¶ c¸c rµng buéc ®ưîc suy dÉn tõ §. VÝ dô cho § = {A $\rightarrow$ BCE} th× §$^+$ = {A $\rightarrow$B,A$\rightarrow$C,A $\rightarrow$E, A $\rightarrow$BC,... , A $\rightarrow\rightarrow$ B, A $\rightarrow\rightarrow$ C,... }. VËy chóng ta thÊy r»ng tËp § cã rÊt Ýt phÇn tö nhưng tËp §$^+$ cã thÓ rÊt lín.

D¹ng chuÈn 4 - 4NF

Cho s¬ ®å quan hÖ W= < R, § >. Ta nãi *W lµ 4NF* nÕu mäi MD X $\rightarrow\rightarrow$ Y $\in$ §$^+$ lµ phô thuéc c¬ së th× X$^+$ = R. Nãi mét c¸ch kh¸c *W lµ 4NF nÕu mäi phô thuéc ®a trÞ thuéc tËp bao ®ãng cña §: X ® ® Y Î §$^+$ mµ Y kh¸c rçng, Y kh«ng n»m trong X, XY ¹ R th× X$^+$ = R.*

ThÝ dô 2.36:

W = < R, § >, víi R = {A, B, C, E, G}, § = {A $\rightarrow$BCEG} th× W lµ 4NF v× mäi phô thuéc ®a trÞ X $\rightarrow\rightarrow$ Y $\in$ D$^+$ ®Òu tháa m·n ®Þnh nghÜa cña d¹ng chuÈn 4.

Tõ ®Þnh nghÜa ta cã ngay kÕt luËn sau ®©y:

KÕt luËn:

· *NÕu W lµ 4NF th× W lµ BCNF*.

ThËt vËy gi¶ sö W = < R, § > kh«ng lµ BCNF, cã nghÜa lµ trong W cã PTH d¹ng X $\rightarrow$ A $\notin$ X vµ X$^+ \neq$ R, vËy trong § cã X$\rightarrow\rightarrow$ A $\in$ §$^+$ lµ phô thuéc c¬ së nhưng X$^+ \neq$ R, suy ra v« lý.

VËy W lµ BCNF.

· Muèn xÐt xem s¬ ®å quan hÖ W= < R, F > cã lµ 4NF hay kh«ng ta chØ cÇn xÐt xem trong §$^+$ cã phô thuéc c¬ së X$\rightarrow\rightarrow$ A $\in$ §$^+$ vµ X$^+ \neq$ R ?

· NÕu §$^+$ = $\emptyset$ th× W lµ 4NF.

2.8. C¸c phô thuéc kÕt nèi vµ d¹ng chuÈn 5

TÝnh chÊt nèi c¸c quan hÖ mµ kh«ng tæn thÊt th«ng tin lµ mét trong c¸c tÝnh chÊt t¹o ®iÒu kiÖn thuËn lîi cho viÖc thiÕt kÕ c¬ së d÷ liÖu. Tuy nhiªn khi nghiªn cøu tËp c¸c quan hÖ, nÕu chØ dïng c¸c c«ng cô phô thuéc hµm, phô thuéc ®a trÞ chóng ta chưa thÓ xÐt hÕt c¸c ®Æc thï cÇn thiÕt cña c¸c quan hÖ. §Ó tiÕp tôc ®i s©u nghiªn cøu líp c¸c quan hÖ chóng ta sÏ tr×nh bµy thªm kh¸i niÖm rµng buéc kh¸c vÝ dô như phô thuéc kÕt nèi, phô thuéc suy réng, . . . Quan hÖ r vµ CSDL liªn quan bµi to¸n qu¶n lý chñ vµ xe sau ®©y sÏ cho ta mét minh ho¹ vÒ viÖc nÕu chØ dõng l¹i ë c¸c rµng buéc ®· xÐt chưa ®ñ ®Ó nghiªn cøu tiÕp c¸c vÊn ®Ò liªn quan.Ta cã b¶ng theo dâi chñ xe, m¸c xe cïng mµu xe, mçi chñ cã thÓ cã nhiÒu xe cïng c¸c m¸c vµ c¸c mµu kh¸c nhau.

ThÝ dô 2.37:

Quan hÖ chñ, xe cïng c¸c mµu vµ m¸c kh¸c nhau

CHU	MAU	MAC
KiÖt	§en	Hon®a
KiÖt	§en	Toyota
KiÖt	§á	Toyota
Mưêi	§en	Toyota

Quan hÖ trªn ®©y lµ 4NF. Ta cã thÓ t¸ch quan hÖ trªn thµnh ba quan hÖ sau: r_1 lµ quan hÖ CHU vµ MAU xe, r_2 lµ quan hÖ CHU vµ MAC xe, r_3 lµ quan hÖ MAU vµ MAC xe.

r_1

T£N	MAU
KiÖt	§en
KiÖt	§á
Mưêi	§en

r_2

T£N	MAC
KiÖt	Hon®a
KiÖt	Toyota
Mưêi	Toyota

r_3

MAU	MAC
§en	Hon®a
§en	Toyota
§á	Toyota

Ta thÊy mét ®iÒu lý thó lµ nèi hai bÊt kú trong ba quan hÖ trªn kh«ng cho ta quan hÖ ban ®Çu. Như vËy phÐp t¸ch ®· lµm " tæn thÊt " th«ng tin?

§Ó nghiªn cøu vµ gi¶i quyÕt nh÷ng vÊn ®Ò cña líp c¸c quan hÖ tư¬ng tù trªn ®©y, n¨m 1979, Aho vµ Nicolas ®· nªu ®ưîc mét vµi ®ãng gãp víi ý tưëng:

NÕu chØ dõng l¹i ë c¸c phô thuéc ®a trÞ, chóng ta chưa ®ñ c«ng cô ®Ó gi¶i quyÕt ®ưîc tÊt c¶c c¸c trưêng hîp dư thõa vµ t¸ch kh«ng tæn thÊt th«ng tin trong mét líp kh¸ lín c¸c quan hÖ.

Sau ®©y chóng ta sÏ xÐt kh¸i niÖm phô thuéc kÕt nèi.

§Þnh nghÜa phô thuéc kÕt nèi (joint dependancy)

Cho R = {A_1, A_2, A_3,... A_n} lµ lưîc ®å quan hÖ. r lµ quan hÖ trªn R. X_1, X_2,... X_m lµ c¸c tËp con cña R. Ta nãi r»ng cã **phô thuéc kÕt nèi** gi÷a c¸c X_1, X_2,... X_m vµ ta ký hiÖu *{X_1, X_2,... , X_m} nÕu r lµ nèi cña c¸c chiÕu cña r lªn c¸c tËp X_1, X_2,... , X_m tư¬ng øng. TÊt nhiªn hîp cña c¸c X_i ph¶i b»ng R

Hay ta cã r = r. X_1 |><| r. X_2... |><| r. X_m.

D¹ng chuÈn 5 - 5NF g¾n víi c¸c tËp khãa.

§Þnh nghÜa d¹ng chuÈn 5 - 5NF

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2, A_3,... A_n}.

r lµ mét quan hÖ trªn R.

Ta nãi r»ng r lµ (ë) *d¹ng chuÈn 5, ký hiÖu lµ 5NF*, khi vµ chØ khi tÊt c¶ c¸c phô thuéc kÕt nèi thùc hiÖn bëi c¸c khãa.

NhËn xÐt:

Trong líp c¸c quan hÖ ë d¹ng 5NF cßn nhiÒu vÊn ®Ò vÒ lý thuyÕt còng như thùc tiÔn chóng ta cßn ph¶i thùc sù quan t©m vµ ®Çu tư thêi gian.

Tuy nhiªn còng trong McFadden vµ Fred ®· nªu ®Þnh nghÜa d¹ng chuÈn 5 như sau: *S¬ ®å quan hÖ W = < R, F > lµ d¹ng chuÈn 5, ký hiÖu lµ 5NF, nÕu W lµ 4NF vµ trong W kh«ng cã phô thuéc kÕt nèi* .

Tõ ®Þnh nghÜa ta thÊy ngay r»ng nÕu *W lµ 5NF th× W lµ 4NF*.

2.9. D¹ng chuÈn DK/NF (Domain - key Normal Form)

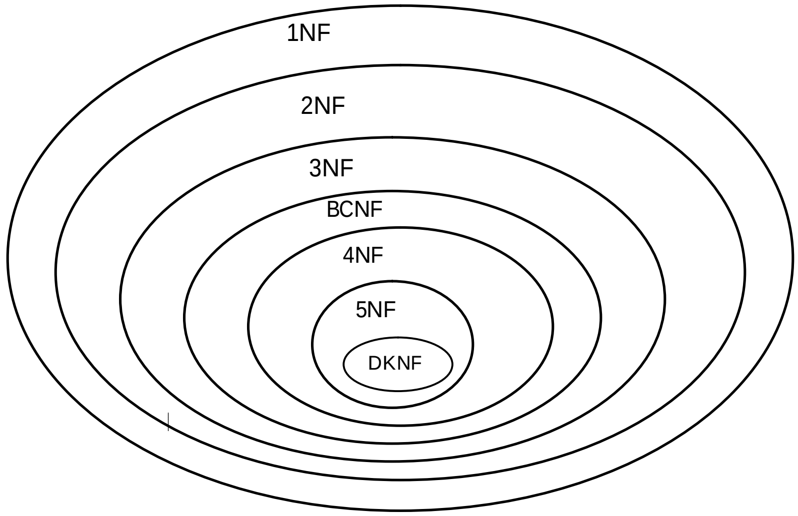
Fagin (1981) ®· nªu mét d¹ng chuÈn gäi lµ d¹ng miÒn khãa chuÈn. Ta nãi quan hÖ r lµ (ë) *d¹ng chuÈn DK/NF* nÕu vµ chØ nÕu mçi rµng buéc trong r lµ kÕt qu¶ logic cña c¸c rµng buéc khãa vµ rµng buéc miÒn. Fagin ®· chØ ra r»ng nÕu r lµ d¹ng chuÈn DK/ NF th× r lµ 5NF, 4NF....

Tõ ®Þnh nghÜa chóng ta thÊy r»ng ®iÒu kiÖn cña c¸c d¹ng chuÈn ®ưîc th¾t dÇn vµo. Trong qu¸ tr×nh nghiªn cøu vµ xÐt c¸c d¹ng chuÈn chóng ta ®· xÐt dÇn líp c¸c quan hÖ. §Çu tiªn lµ d¹ng chuÈn1: 1NF ®©y lµ líp quan hÖ hÇu như chøa hÕt c¸c quan hÖ mµ chóng ta quan t©m (mäi quan hÖ cã thÓ ®a vÒ d¹ng chuÈn 1). D¹ng chuÈn 2 lµ c¸c quan hÖ d¹ng chuÈn 1 vµ thªm ®iÒu kiÖn mäi thuéc tÝnh thø cÊp phô thuéc hoµn toµn vµo khãa...

Như vËy líp c¸c quan hÖ ë c¸c d¹ng chuÈn sau lång trong c¸c d¹ng chuÈn trưíc nã.

§Þnh lý 2.7:

Trong c¸c líp cña c¸c d¹ng chuÈn ta cã mèi quan hÖ lång nhau thùc sù nh sau: DK/NF $\subset$ 5NF $\subset$ 4NF $\subset$ BCNF $\subset$ 3NF $\subset$ 2NF $\subset$ 1NF (lång nhau thùc sù, nghÜa lµ líp trong bÐ h¬n líp ngoµi).



H×nh 2.1. S¬ ®å biÓu thÞ mèi liªn hÖ cña c¸c líp d¹ng chuÈn. Trong c¸c phÇn trưíc chóng ta ®· nªu mét sè vÝ dô ®Ó minh häa sù lång nhau nhưng kh«ng b»ng nhau cña c¸c líp ®ã. Tuy nhiªn c¸c b¹n cã thÓ chøng minh vµ cho c¸c vÝ dô kh¸c.

C©u hái vµ bµi tËp

2.1. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r					s			
A	B	C	D		A	B	C	D
1	0	0	0		2	1	1	1
1	1	0	0		2	2	1	1
1	1	1	0		1	1	1	0
1	1	1	1		x	y	z	v

a- TÝnh r - s vµ s - r.

b- TÝnh r + s.

c- TÝnh r * s.

d- Gi¶ sö X = {A, B, D}, Y = {A, C, D}. TÝnh c¸c quan hÖ chiÕu r. X, r. Y vµ s. X, s. Y, (r+s). X, (r+s). (X∪ Y)

e- Chøng minh r»ng víi mäi quan hÖ r, s, q th× ta lu«n cã

r * s = s * r vµ r + s = s + r (tÝnh giao ho¸n)

r * (q + s) = (r * q) + (r * s) (tÝnh kÕt hîp)

(r + s). X = r. X + s. X

(r * s). X = r. X * s. X

2.2. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

a- Hai quan hÖ gièng nhau:

r				s			
A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

TÝnh r |><| s, r |>< s, s |>< r

b- Hai quan hÖ hoµn toµn kh¸c nhau trªn cïng mét lưîc ®å:

r				s			
A	B	C	D	A	B	C	D
0	0	0	0	a	b	c	d
0	0	1	1	x	y	z	v
0	1	1	1				

TÝnh r |><| s.

c- Hai quan hÖ cã tËp c¸c thuéc tÝnh lång nhau:

r				s	
A	B	C	D	C	D
0	1	1	1	1	1
x	y	z	v	0	0
				z	v
				v	z

TÝnh r |><| s, r |>< s, s |>< r

d- Hai quan hÖ lång nhau:

r				s	
A	B	C	D	C	D

0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	0	1		

TÝnh r |><| s, TÝnh r |>< s vµ tÝnh r |><| $_{2=2}$ s, r |><| $_{1<2}$ s, s|><| $_{1<2}$ r.

e- Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

TT	T£N	NS	GT
1	Linh	77	N÷
2	Quyªn	76	N÷
3	Nam	75	Nam
4	TuÊn	74	Nam

s

QU£	NH	§I£MVAO
HN	Anh	18
HF	Hãa	20
SG	To¸n	22
VF	Tin häc	22

H·y dïng c¸c thñ thuËt nhá vµ sö dông c¸c phÐp to¸n quan hÖ ®Ó cã quan hÖ kÕt qu¶ DS như sau:

DS

TT	T£N	NS	GT	QU£	NH	§I£MVAO
1	Linh	77	N÷	HN	Anh	18
2	Quyªn	76	N÷	HF	Hãa	20
3	Nam	75	Nam	SG	To¸n	22
4	TuÊn	74	Nam	VF	Tin häc	22

Mét c¸ch tæng qu¸t cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C	D
a_1	b_1	c_1	d_1
a_2	b_2	c_2	d_2
a_3	b_3	c_3	d_3
a_4	b_4	c_4	d_4

s

E	F	G
e_1	f_1	g_1
e_2	f_2	g_2
e_3	f_3	g_3
e_4	f_4	g_4

H·y t×m c¸ch sö dông c¸c phÐp to¸n quan hÖ vµ c¸c thñ thuËt ®Ó ®ưa vÒ quan hÖ kq:

kq

A	B	C	D	E	F	G
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1	f_1	g_1

a_2	b_2	c_2	d_2	e_2	f_2	g_2
a_3	b_3	c_3	d_3	e_3	f_3	g_3
a_4	b_4	c_4	d_4	e_4	f_4	g_4

2.3. Cho quan hÖ r như sau:

r

A	B	C	D	E
0	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	0	0
2	2	0	0	0
1	1	1	1	1

MÖnh ®Ò E: tæng gi¸ trÞ cña dßng < 3 (nhá h¬n 3). ViÕt c¸c quan hÖ chän r (E) vµ r (kh«ng E).

2.4. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C
0	0	0
1	1	1
1	1	0

s

D	E
5	6
0	6

TÝnh tÝch Decac cña r vµ s: r x s.

2.5. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C	D	E
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
1	1	1	1	1
0	0	0	1	1

s

D	E
1	1
1	0

TÝnh r ÷ s.

2.6*

a- Chứng minh rằng: năm (5) phép toán cơ bản của đại số quan hệ hợp, hiệu, Decac, chiếu, chọn là độc lập với nhau, nghĩa là không một phép toán nào trong chúng có thể biểu diễn qua các phép còn lại.

b- Chứng minh rằng các phép toán còn lại của đại số quan hệ như giao, nối, nối nửa, nối theo θ, thương, đều có thể nhận được từ các phép toán cơ bản trên (ví dụ xem bài tập 2.7 sau).

2.7. Cho r và s là hai quan hệ trên các lược đồ tương ứng

$R = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, $S = \{A_1, A_2, \dots, A_k\}$ với $k < n$.

Giả sử $X = R - S = \{A_{k+1}, \dots, A_n\}$. Chứng minh rằng:

$r \div s = r. X - ((r. X \times s) - r). X$.

2.8.

a- Cho lược đồ quan hệ R và tập PTH

$F = \{AB \to E, AG \to I, BE \to I, E \to G, GI \to H\}$ trên R.

Chứng minh rằng $AB \to GH$.

b- Tương tự cho tập PTH F như sau :

$F = \{AB \to C, B \to D, CD \to E, CE \to GH, G \to A\}$.

Chứng minh rằng : $AB \to E$, $AB \to G$.

2.9. Cho sơ đồ quan hệ W = < R, F >. Chứng minh (giải thích) rằng: với mọi tập con X bất kỳ của R và mọi phần tử A thuộc tập X thì $X \to A \in F^+$. Tức là:

$\forall A \in X \subset R \Rightarrow X \to A \in F^+$.

2.10. Cho sơ đồ quan hệ W = < R, F >, với R = {A, B, C, D} và $F = \{A \to B, A \to C\}$. Hãy tìm các PTH suy được từ các qui tắc của PTH trong các rừng buớc sau :

a- $A \to D$.

b- $C \to D$.

c- $AB \to B$.

d- $BC \to A$.

e- $A \to BC$.

2.11. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A, B, C, D] vµ F = {A $\to$ B, BC $\to$ D}. PTH nµo trong d·y sau lµ suy ®ưîc tõ F b»ng c¸c qui t¾c cña PTH:

a- C $\to$ D.

b- A $\to$ D.

c- AD $\to$ C.

d- BC $\to$ A.

e- B $\to$ CD.

2.12. Cho b¶ng quan hÖ r:

r

A	B	C	D
x	u	x	y
y	x	z	x
z	y	y	y
y	z	w	z

Trong c¸c PTH sau ®©y PTH nµo kh«ng tháa m·n r:

A $\to$ B, A $\to$ C, B $\to$ A, C $\to$ D, D $\to$ C, D $\to$ A.

2.13. Cho quan hÖ r như sau:

A	B	C	D	E
a_1	b_1	c_1	d_1	e_1
a_1	b_2	c_2	d_2	e_1
a_2	b_1	c_3	d_3	e_1
a_2	b_1	c_4	d_3	e_1
a_3	b_2	c_5	d_1	e_1

T×m tËp PTH F tháa m·n r.

2.14. Cho hai lưîc ®å quan hÖ R_1 vµ R_2, $R_1 \cap R_2 = X$.

Chøng minh r»ng nÕu quan hÖ r trªn tËp thuéc tÝnh $R_1 \cup R_2$ tháa m·n $X \to R_2$ th× $r = r.\ R_1 |><| r.\ R_2$.

2.15. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >,

víi R = {A, B, C, D, E, G, H}vµ tËp c¸c PTH F:

F = {A $\to$ D, AB $\to$ DE, CE $\to$ G, E $\to$ H}. TÝnh $(AB)^+$.

2. 16 Trong thuËt to¸n t×m bao ®ãng X^+ ta ®· x©y dùng d·y

$X^0 \subset X^1 \subset X^2 \ldots \subset X^i \ldots \subset$ víi

$X^0 = X$

$X^{i+1} = X^i \; Z^i$ vµ

$Z^i = \{A \in R: A \notin X^i$ vµ $X^i \rightarrow A \in F^+\}$.

a- XÐt giao cña c¸c Z^i: $Z^i \cap Z^k = ?$

b- Chøng minh r»ng: $\forall\, i\; Z^i \subset (X^i)^+$.

2.17.

a- T×m c¸c khãa cßn l¹i cña W = < R, F > trong vÝ dô 2. 20 vµ t×m c¸c khãa cña s¬ ®å quan hÖ W= < R, F > trong bµi tËp 2. 15.

b- Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D,E,H} vµ

F = {A→ E, C → D, E →DH}. Chøng minh r»ng K = {A,B,C} lµ khãa duy nhÊt cña W.

c- Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D} vµ

F = {AB → C, D → B, C → ABD}. T×m c¸c khãa cña W.

d- Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D,E,G} vµ

F = {AB → C, C → A, BC → D, ACD → B, D → EG,BE →C, CG → BD, CE → CG}. T×m c¸c khãa cña W.

2.18. Cho lưîc ®å quan hÖ R = $\{A_1, A_2, \ldots A_n\}$. Hä S c¸c tËp con cña R ®ưîc gäi lµ hÖ Sperner nÕu trong S kh«ng cã hiÖn tưîng lång nhau, nghÜa lµ kh«ng cã $X \subseteq Y$ víi $X, Y \in S$. Gäi Γ lµ hä tÊt c¶ c¸c khãa cña s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >.

Chøng minh r»ng: Γ lµ hÖ Sperner.

2.19 * Cho hÖ Sperner kh«ng rçng Γ trªn R. Chøng minh r»ng tån t¹i mét s¬ ®å quan hÖ W ®Ó Γ lµ tËp c¸c khãa cña W. VËy ta cã thÓ chøng minh mÖnh ®Ò Γ lµ hä kho¸ cña W= < R, F > khi vµ chØ khi Γ lµ hÖ Sperner.

2.20. Cho lưîc ®å quan hÖ R = $\{A_1, A_2, \ldots , A_n\}$.

K lµ hÖ Sperner trªn R (tøc lµ K lµ tËp c¸c khãa cña mét quan hÖ trªn lưîc ®å R). Ta gäi tËp ph¶n khãa cña K, ký hiÖu lµ K^{-1}, lµ tËp:

$K^{-1} = \{X \subset R: (\forall\; Y \in K) \Rightarrow (Y \not\subset X)$ vµ nÕu cã Z mµ $(X \subset Z)$ th×

$\exists\; Y \in K$ ®Ó $Y \subseteq Z$ (tøc lµ ph¶n khãa gåm c¸c tËp con cña R mµ kh«ng cã tËp nµo cña nã chøa trän mét khãa, ®ång thêi nÕu cã mét tËp Z nµo ®ã lín h¬n thùc sù mét phÇn tö cña ph¶n khãa th× còng cã mét phÇn tö cña hä khãa K n»m gän trong Z). Chøng minh r»ng: K^{-1} lµ hÖ Sperner.

2.21. Gi¶ sö K lµ hÖ Sperner trªn R. Chøng minh r»ng:

$\cap$ K = R - $\cap$ K^{-1}.

ë ®©y $\cup$ K vµ $\cap$ K^{-1} lµ hîp vµ giao cña c¸c tËp trong K vµ K^{-1} tư¬ng øng.

2.22. *ThuËt to¸n t×m khãa cña mét quan hÖ.*

Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... A_n}.

r lµ mét quan hÖ cã m phÇn tö ta ký hiÖu lµ: t_1, t_2,... t_m; tøc lµ r = {t_1, t_2,... t_m} vµ mçi t_i lµ mét dßng.

Néi dung thuËt to¸n:

Input:

r = {t_1, t_2,... t_m} lµ quan hÖ trªn R.

Output:

K lµ tËp tÊt c¶ thuéc tÝnh khãa cña r (K lµ mét kho¸ cña r).

ThuËt to¸n:

Bưíc 1: X©y dùng hä E = {E_{ij}: $1 \le i < j \le m$}.

Víi E_{ij} = {A $\in$ R: r_i. A = r_j . A}.

Bíc 2: X©y dùng hä M = {B $\in$ M: víi mäi B' $\in$ M: B $\not\subset$ B'}.

(VÒ sau hÖ E ta gäi lµ hÖ b»ng nhau cùc ®¹i cña r)

a- Chøng minh r»ng tËp c¸c phÇn tö khãa K = R - $\cap$ M.

b- T×m c¸c thuéc tÝnh khãa cña c¸c quan hÖ sau:

r

A	B	C	D	E
1	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	0	1	0	0
2	0	2	0	1
1	0	0	1	0

s

A	B	C	D	E
0	0	1	1	1
0	1	1	2	3
1	1	1	2	1
1	1	3	1	1

2.23. Ta nãi tËp PTH F lµ *Phñ* cña tËp PTH G nÕu $F^+ \supset G^+$. Hai tËp PTH F vµ G lµ ***tư¬ng ®ư¬ng***, ký hiÖu lµ F ~ G nÕu:

$F^+ = G^+$. Chøng minh r»ng: F ~ G khi vµ chØ khi F phñ G vµ G phñ F.

2.24. Ký hiÖu X_G^+, X_F^+ lµ c¸c tËp bao ®ãng ®èi víi c¸c tËp PTH G vµ F tư¬ng øng. Chøng minh r»ng nÕu F ~ G th× $X_G^+ = X_F^+$.

2.25. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. Ta nãi *W lµ chÝnh t¾c* nÕu:

a- VÕ ph¶i cña mçi PTH trong F lµ thuéc tÝnh ®¬n.

b- Trong tËp PTH F kh«ng cã PTH f (thõa) mµ: F - f ~ F.

c- Trong F kh«ng cã PTH $X \rightarrow A$ mµ cã $Z \subset X$ vµ $(F - (X \rightarrow A)) \cup (Z \rightarrow A) \sim F$. Chøng minh r»ng víi mäi s¬ ®å quan hÖ W = < R, F > lu«n tån t¹i mét s¬ ®å quan hÖ chÝnh t¾c W' = < R, G > tư¬ng ®ư¬ng víi W(hai s¬ ®å quan hÖ lµ tư¬ng ®ư¬ng nÕu c¸c tËp phô thuéc hµm cña chóng tư¬ng ®ư¬ng.

2.26. ThuËt to¸n t×m phñ chÝnh t¾c cña mét s¬ ®å quan hÖ.

Input: W = < R, F >, víi $F = \{f_1, f_2, \ldots f_m\}$

Output: W' = < R, G > chÝnh t¾c vµ tư¬ng ®ư¬ng víi W.

ThuËt to¸n:

Bưíc 1:

$F_0 = F$

$F_i = F_{i-1} - fi$ nÕu $F_{i-1} - fi$ tư¬ng ®ư¬ng víi F_{i-1}, ngưîc l¹i $F_i = F_{i-1}$,

i = 1, 2,... , m.

Bưíc 2:

Lo¹i bá c¸c thuéc tÝnh thõa trong vÕ tr¸i cña c¸c PTH cña F_m.

Chøng minh r»ng tËp F_m nhËn ®ưîc chÝnh lµ tËp G.

2.27. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {a, b, c, d, e, g} vµ F = $\{ab \rightarrow c, c \rightarrow a, bc \rightarrow d, acd \rightarrow d, d \rightarrow eg, be \rightarrow c, cg \rightarrow bd, ce \rightarrow ag\}$.

Dïng thuËt to¸n trong bµi 2. 26 t×m W' = < R, F > chÝnh t¾c vµ tư¬ng ®ư¬ng víi W.

2.28. Gi¶ sö W = < R, F > lµ s¬ ®å quan hÖ, K lµ hä khãa cña W. §Æt M = $\{A - a: a \in A$ vµ A lµ mét khãa, tøc $A \in K\}$.

F_n lµ tËp tÊt c¶ c¸c thuéc tÝnh thø cÊp (thuéc tÝnh kh«ng khãa). §Æt L = $\{C^{+:}\ C \in M\}$.

Chøng minh r»ng khi ®ã ta cã 3 mÖnh ®Ò sau lµ tư¬ng ®ư¬ng:

1- W lµ 2NF.

2- $\forall B \in L$ th× $B \cap F_n = \emptyset$.

3- $\forall B \in L$ vµ $a \in F_n$ th× $(B - a)^+ = B - a$

Gîi ý: §éc gi¶ cã thÓ chøng minh vÝ dô $1 \Rightarrow 2$, $2 \Rightarrow 3$, $3 \Rightarrow 1$.

Trong phÇn $3 \Rightarrow 1$ chóng ta lu ý r»ng víi mäi tËp thuéc tÝnh X mµ $X^+ = X$ tøc lµ X kh«ng kÐo theo mét thuéc tÝnh nµo kh«ng thuéc X. VËy $\forall B \in L$ vµ $b \in Fn$. NÕu Fn rçng th× W - 2NF. Gi¶ sö $F_n \neq \emptyset$. Khi ®ã

$(B - b)^+ = B - b$ cã nghÜa lµ not $((B - b) \to x \notin (B - b))$ tøc lµ not $((A - a)^+ - b \to x \notin ((A - a)^{+} - b)) \Rightarrow$ not $((A - a) - b \to x \notin ((A - a) - b)) \Rightarrow$ not $(A - a) \to x \notin (A - a) \Rightarrow$ not $(A - a) \to b$ v× b lµ thø cÊp nªn b kh«ng thuéc (A - a). VËy W lµ 2NF.

2.29. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, F_n lµ tËp tÊt c¶ c¸c thuéc tÝnh thø cÊp, K lµ tËp c¸c khãa. §Æt $G = \{B - F_n: B \in K^{-1}\}$. Chøng minh r»ng: W lµ 2NF khi vµ chØ khi $\forall C \in G$ th× $C^+ = C$.

2.30. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. Ta nãi trong W cã quan hÖ b¾c cÇu nÕu gi÷a 2 (hoÆc nhiÒu h¬n) thuéc tÝnh thø cÊp cã rµng buéc PTH. Chøng minh r»ng: W lµ 3NF nÕu trong W kh«ng cã quan hÖ b¾c cÇu.

2.31. Cho lưîc ®å quan hÖ R = {C, I, D, B, K, F, G, L, M} vµ tËp PTH = $\{C \to IDBKF, D \to B, K \to F\}$. XÐt xem W thuéc d¹ng chuÈn nµo, 2NF, 3NF, BCNF, 4NF ?

2.32. XÐt xem s¬ ®å quan hÖ sau ®©y thuéc d¹ng chuÈn nµo

W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D,E,G,H,I} vµ

$F = \{AC \to B, BI \to ACD, ABC \to D, H \to I, ACE \to BCG\ CG \to AE\}$.

2.33. XÐt xem s¬ ®å quan hÖ sau thuéc d¹ng chuÈn nµo: W = <R, F>, víi R = {A, B, C, D, E, G, H, I, M} vµ $F = \{CB \to GH, DE \to IMH, CI \to CBDH, H \to I\}$.

2.34. Cho danh s¸ch c¸c m«n häc cña líp häc dưíi d¹ng b¶ng th«ng b¸o mçi m«n häc mét danh s¸ch như sau:

HVKTQS

DANH SACH LOP CAO HOC

Häc kú 1 - 1999

Cua sè (course no.): 350

Tªn cua häc: Ngo¹i ng÷

Gi¸o viªn:

Chç ë gi¸o viªn:

MSSV	T£N	M¤N	b»NG
38214	Hoa	Anh	A
40875	M¬	§øc	B
51893	TuÊn	Anh	A

H·y biÕn ®æi (cã thÓ t¸ch) b¶ng th«ng b¸o trªn thµnh c¸c quan hÖ ë d¹ng chuÈn 3NF víi ®iÒu kiÖn ng÷ nghÜa (semantic):

a- Mçi gi¸o viªn chØ cã mét chç ë.

b- Mçi sinh viªn chØ cã mét m«n häc.

c- Mçi cua chØ cã mét tªn.

2.35. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. F_n lµ c¸c phÇn tö thø cÊp. Chøng minh r»ng: W lµ 3NF khi vµ chØ khi $\forall$ B $\in$ K^{-1}, a $\in$ F_n th× $(B - a)^+ = B - a$

2.36. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. Chøng minh r»ng W lµ 3NF khi vµ chØ khi víi mäi tËp thuéc tÝnh X $\neq$ R:

$X^+ = X$, a lµ thuéc tÝnh thø cÊp vµ a $\in$ X th×

$(X - a)^+ = X - a$

Gîi ý:

· ChiÒu thuËn, tøc lµ ta cã W lµ 3NF.

Gi¶ sö r»ng cã a thuéc X vµ a lµ thuéc tÝnh thø cÊp mµ $(X - a)^+ \neq X - a$, tøc cã phÇn tö b $\notin$ X - a vµ X- a $\rightarrow$ b. Cã hai trưêng hîp: nÕu b = a th× ta cã ngay v« lý v× trong W cã tËp X - a kÐo theo phÇn tö thø cÊp b mµ bao ®ãng kh¸c R (bao ®ãng cña X - a $\neq$ R v× X - a $\subset$ X = $X^+ \neq R$).

NÕu b $\neq$ a th× v× X - a kh«ng chøa b nªn X kh«ng chøa b vµ X$\rightarrow$ b$\notin$ A, ®iÒu nµy v« lý v× X^+ = X, nghÜa lµ X kh«ng kÐo theo phÇn tö nµo kh«ng thuéc nã.

VËy ®iÒu gi¶ sö lµ sai nªn $(X - a)^+ = X - a$.

· ChiÒu ngưîc l¹i, ta chøng minh tư¬ng tù.

2.37. Gi¶ sö r lµ mét quan hÖ trªn R. Chøng minh r»ng r lµ 3NF khi vµ chØ khi víi mäi A thuéc E (E lµ hÖ b»ng nhau cña quan hÖ r - xem bµi tËp 2. 24), a lµ phÇn tö thø cÊp thuéc A th× $(A - a)^+ = A - a$

2.38. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. F_n lµ c¸c thuéc tÝnh thø cÊp. Chøng minh r»ng W lµ BCNF khi vµ chØ khi $\forall$ B $\in$ K^{-1}, a $\in$ B th× $(B - a)^+ = (B - a)$.

2.39. Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A, B, C, D, E, G}, vµ tËp PTH F = {AB $\rightarrow$ C, C $\rightarrow$ B, ABD $\rightarrow$ E, G $\rightarrow$ A}.

XÐt xem W = < R, F > cã lµ BCNF kh«ng ?

2. 40 * Cho quan hÖ r, E lµ hÖ b»ng nhau cña r.

Tõ E ta lËp hÖ M gäi lµ hÖ b»ng nhau cùc ®¹i cña r gåm c¸c tËp lín nhÊt cña E, nghÜa lµ trong E nÕu cã c¸c tËp lång nhau th× tËp lín thuéc M:

M = {B ∈ E: (not ∃) B'∈ E mµ B ⊂ B'}. Chøng minh r»ng r lµ BCNF khi vµ chØ khi víi mäi A thuéc M vµ a thuéc A th× $(A - a)^+ = A - a$

2.41. * Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R , F >, trong F kh«ng cã PTH d¹ng tÇm thêng (X → Y mµ Y ⊂ X). Chøng minh r»ng: W lµ BCNF khi vµ chØ khi A → B ∈ F th× $A^+ = R$.

2.42. H·y xÐt xem c¸c quan hÖ r_1 vµ r_2 trong vÝ dô 2.32 thuéc d¹ng chuÈn nµo ? Thö l¹i xem r_1, r_2 cã lµ 4NF kh«ng ?

2.43* Chøng minh c¸c tÝnh chÊt 1, 2, 3, 4, 5, 6 cña phô thuéc ®a trÞ MD.

2.44. Cho lưîc ®å quan hÖ R = {A_1, A_2,... A_n}, X, Y ⊂ R. Chøng minh r»ng NÕu X → Y th× X →→ Y (nãi mét c¸ch kh¸c PTH lµ trêng hîp riªng cña MD).

2.45. * Ta nãi MD X →→ Y trªn R lµ *kh«ng tÇm thưêng* (non trivial) nÕu Y ≠ ∅, Y not ⊆ X vµ X ∪ Y ≠ R.

Cho lưîc ®å quan hÖ R; X, Y, Z lµ c¸c tËp rêi nhau vµ X ∪ Y ∪ Z = R.

NÕu X → Y hoÆc X → Z th× ta cã X →→ Y (hoÆc Z). Khi ®ã MD X →→ Y (hoÆc Z) ta sÏ gäi lµ MD kÐo cña PTH X → Y (hoÆc Z).

Ta nãi r»ng phô thuéc ®a trÞ X →→ Y lµ *thuÇn nhÊt* nÕu nã kh«ng tÇm thưêng vµ kh«ng lµ kÐo cña bÊt kú PTH nµo trªn R.

Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. K = {K_1, K_2,... , K_m} lµ tËp khãa cña W. Chøng minh r»ng nÕu Y ∩ (∩ K_i) = ∅ vµ X →→ (Y - K_i) víi i = 1, 2,... m th× MD X →→ Y kh«ng lµ mét MD thuÇn nhÊt .

2.46* Gi¶ sö MD X →→ Y lµ MD thuÇn nhÊt trªn R.

K = {K_1, K_2,... , K_m} lµ tËp c¸c khãa cña R.

Chøng minh r»ng nÕu X →→ (Y - K_i), i = 1, 2,... m th×

Y ∩ (∩ K_i) ≠ ∅ .

2.47. Gi¶ sö X →→ Y lµ MD kh«ng tÇm thưêng trªn lưîc ®å R vµ K_1, K_2,... K_m lµ tËp c¸c khãa cña R mµ: Y - K_i ≠ ∅, i = 1, 2,... m. Chøng minh r»ng nÕu Y ∩ (∩ K_i) = ∅ vµ X →→ Y ∩ K_I , i = 1, 2,... m th× X →→ Y lµ MD kh«ng thuÇn nhÊt.

2.48* Gi¶ sö X →→ Y lµ MD thuÇn nhÊt trong lưîc ®å quan hÖ R; K = {K_1, K_2,... , K_m} lµ tËp c¸c khãa cña R. Chøng minh r»ng nÕu X →→ (Y - ∩ K_i) th× Y ∩ (∩ K_i) ≠ ∅.

2.49* Gi¶ sö X $\rightarrow\rightarrow$ Y lµ MD kh«ng tÇm thưêng trªn lîc ®å quan hÖ R. K_1, K_2,... K_m lµ tËp c¸c khãa cña R mµ Y - $K_i \neq \emptyset$, i = 1, 2... m. Chøng minh r»ng X (Y $\cap K_i$) $\rightarrow$ X (Y $\cap K_j$) víi i $\neq$ j.

2.50* Gi¶ sö X $\rightarrow\rightarrow$ Y lµ MD kh«ng tÇm thưêng trªn R.

K lµ khãa cña R, Y $\cap$ K $\neq \emptyset$.

Chøng minh r»ng X (Y $\cap$ K) $\rightarrow$ Y

2.51* Gi¶ sö X $\rightarrow\rightarrow$ Y (hoÆc Z) lµ MD thuÇn nhÊt trªn R.

Chøng minh r»ng víi khãa K cña R th× K - Y $\neq \emptyset$ vµ K - Z $\neq \emptyset$.

2.52* Chøng minh r»ng nÕu X $\rightarrow\rightarrow$ Y (hoÆc Z) lµ MD thuÇn nhÊt trªn R, K lµ mét khãa cña R th× K cã Ýt nhÊt lµ 3 phÇn tö, tøc lµ $|K| \geq 3$.

2.53* Chøng minh r»ng nÕu X $\rightarrow\rightarrow$ Y lµ MD kh«ng tÇm thưêng th× X $\rightarrow$ Y khi vµ chØ khi tån t¹i khãa K mµ X $\rightarrow$ Y $\cap$ K.

2.54. Cho lưîc ®å quan hÖ R = {B, D, I, O, S, Q}, tËp c¸c rµng buéc {S $\rightarrow\rightarrow$ D, I $\rightarrow$ B, IS $\rightarrow$ Q, B $\rightarrow$ Q}. XÐt xem W cã lµ 4NF kh«ng?

2.55. Cho lưîc ®å R = {A, B, C, D, E, I} vµ tËp rµng buéc {A$\rightarrow\rightarrow$ BCD, B $\rightarrow\rightarrow$ AC, C $\rightarrow$ D}. W = < R, F > cã lµ 4NF kh«ng?

2.56. Gäi U lµ tËp thuéc tÝnh vµ D lµ tËp phô thuéc (thuéc mét lo¹i bÊt kú) trªn tËp thuéc tÝnh U. Chóng ta h·y ®Þnh nghÜa SAT (D) lµ tËp c¸c quan hÖ r trªn U sao cho r tho¶ mçi phô thuéc trong D. H·y chøng minh.

a) SAT ($D_1 \cup D_2$) = SAT (D_1) $\cap$ SAT (D_2)

b) NÕu D_1 suy diÔn logic ®ưîc tÊt c¶ c¸c phô thuéc trong D_2 th×

SAT (D_1) $\supseteq$ SAT (D_2)

2.57. Gäi F lµ mét tËp hîp phô thuéc víi c¸c vÕ ph¶i chØ cã mét thuéc tÝnh.

a) Chøng minh r»ng nÕu lưîc ®å R cã mét phô thuéc vi ph¹m BCNF X$\rightarrow$A, trong ®ã X$\rightarrow$A thuéc F^+ th× tån t¹i mét phô thuéc Y$\rightarrow$B trong chÝnh tËp F vi ph¹m d¹ng BCNF cña R.

b) Chøng minh gièng như trªn cho d¹ng chuÈn cÊp ba.

2.58. Chøng minh nhËn xÐt sau : NÕu R lµ mét lưîc ®å quan hÖ vµ $X \subseteq R$ lµ mét kho¸ cña R øng víi tËp phô thuéc F th× X kh«ng thÓ cã mét vi ph¹m d¹ng 3NF øng víi tËp phô thuéc $\pi_X(F)$ lµ chiÕu cña F lªn X.

2.59. Chøng minh r»ng kh«ng thÓ cã mét phô thuéc ®ưîc gäi lµ "*Phô thuéc hµm g¾n kÕt*" (embedded functional dependency). NghÜa lµ nÕu $S \subseteq R$ vµ $X \rightarrow Y$ ®óng trong $\pi_s(R)$ th× $X \rightarrow Y$ ®óng trong R.

2.60. *Phô thuéc bao hµm ®¬n ng«i (*unary inclusion dependency*)* $A \subseteq B$ trong ®ã A, B lµ c¸c thuéc tÝnh (cã thÓ tõ c¸c quan hÖ kh¸c nhau) kh¼ng ®Þnh r»ng trong nh÷ng gi¸ trÞ hîp lÖ cña c¸c quan hÖ, mçi gi¸ trÞ xuÊt hiÖn trong cét cña A còng xuÊt hiÖn trong cét cña B. Chøng tá r»ng c¸c tiªn ®Ò sau lµ ®óng ®¾n vµ ®Çy ®ñ ®èi víi c¸c phô thuéc bao hµm ®¬n ng«i.

a) $A \subseteq A$ víi mäi A

b) NÕu $A \subseteq B$ vµ $B \subseteq C$ th× $A \subseteq C$

2.61. Gi¶ sö víi sè ch½n *n* chóng ta cã c¸c thuéc tÝnh $A_1, \ldots, A_n$. Còng gi¶ sö r»ng $A_i \subseteq A_{i+1}$ víi i lÎ, nghÜa lµ i = 1,3,…, n-1. Cuèi cïng gi¶ sö r»ng víi i = 3,5,…, n-1 chóng ta cã $A_i \rightarrow A_{i+1}$ vµ $A_1 \rightarrow A_n$.

a) Chøng minh r»ng nÕu c¸c quan hÖ ®ưîc gi¶ ®Þnh lµ h÷u h¹n th× tÊt c¶ c¸c phô thuéc trªn cã thÓ ®¶o ngưîc l¹i nghÜa lµ:

$A_2 \subseteq A_1$, $A_2 \rightarrow A_3$, $A_4 \subseteq A_3$, $A_4 \rightarrow A_5, \ldots$, $A_n \subseteq A_{n-1}$, $A_n \rightarrow A_1$

b) Chøng minh r»ng tån t¹i nh÷ng quan hÖ v« h¹n mµ (*a*) kh«ng ®óng; nghÜa lµ chóng tho¶ tÊt c¶ c¸c phô thuéc ®· cho nhưng kh«ng tho¶ c¸c phô thuéc ®¶o ngưîc.

2.62.Chøng minh r»ng nÕu D chØ lµ mét tËp phô thuéc hµm th× quan hÖ R cã d¹ng BCNF øng víi D nÕu vµ chØ nÕu R cã d¹ng 4NF øng víi D.

2.63. Chøng minh r»ng nÕu $X \to A_1, \ldots, X \to A_n$ lµ c¸c phô thuéc hµm trong mét phñ cùc tiÓu th× lîc ®å $XA_1, \ldots A_n$ cã d¹ng 3NF.

C©u hái vµ bµi tËp «n thi (tham kh¶o)

2.64. §Þnh nghÜa quan hÖ, cho vÝ dô.

2.65. Nªu ®Þnh nghÜa c¸c phÐp to¸n trªn quan hÖ.

2.66. Nªu ®Þnh nghÜa phô thuéc hµm, bao ®ãng cña tËp PTH F, tËp thuéc tÝnh X.

2.67. Nªu ®Þnh nghÜa khãa cña s¬ ®å quan hÖ, cho vÝ dô.

2.68. Tr×nh bµy thuËt to¸n t×m khãa, cho vÝ dô.

2.69. Nªu ®Þnh nghÜa d¹ng chuÈn 2 (2NF), cho vÝ dô.

2.70. Nªu ®Þnh nghÜa d¹ng chuÈn 3 (3NF), cho vÝ dô.

2.71. Nªu ®Þnh nghÜa d¹ng chuÈn BCNF, cho vÝ dô.

2.72. Nªu ®Þnh nghÜa d¹ng chuÈn 4 (4NF), cho vÝ dô.

2.73. Nªu ®Þnh nghÜa hÖ Sperner, chøng minh r»ng hä khãa cña s¬ ®å quan hÖ W lµ mét hÖ Sperner vµ ngưîc l¹i.

2.74. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C	D
1	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	0

s

A	B	C	D
2	1	1	1
2	2	1	1
1	1	1	0

1	1	1	1	x	y	z	v

a- TÝnh r - s vµ s - r.

b- TÝnh r + s.

c- TÝnh r * s.

d- Gi¶ sö X = {A, B, D}, Y = {A, C, D}.

TÝnh c¸c quan hÖ chiÕu r. X, r. Y vµ s. X, s. Y, (r+s). X, (r+s). (X $\cup$ Y)

e- Chøng minh r»ng víi mäi quan hÖ r, s, q th× ta lu«n cã :

e. 1 r * s = s * r vµ r + s = s + r (tÝnh giao ho¸n).

e. 2 r * (q + s) = (r * q) + (r * s) (tÝnh kÕt hîp).

e. 3 (r + s). X = r. X + s. X.

e. 4 (r * s). X = r. X * s. X.

2.75. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C
0	0	0
1	1	1
1	1	0

s

D	E
5	6
0	6

TÝnh tÝch Decac cña r vµ s: r x s.

2.76. Cho hai quan hÖ r vµ s như sau:

r

A	B	C	D	E
0	0	0	0	1
0	0	1	1	0
1	1	1	1	1
0	0	0	1	1

s

D	E
1	1
1	0

TÝnh r $\div$ s.

2.77. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >. Chøng minh (gi¶i thÝch) r»ng víi mäi tËp con X bÊt kú cña R vµ mäi phÇn tö A thuéc tËp X th× X $\rightarrow$ A $\in$ F^+. Tøc lµ $\forall$ A $\in$ X $\subset$ R $\Rightarrow$ X $\rightarrow$ A $\in$ F^+.

2.78. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A, B, C, D] vµ F = {A $\rightarrow$ B, BC $\rightarrow$ D}.

PTH nµo trong d·y sau lµ suy ®ược tõ F b»ng c¸c qui t¾c cña PTH :

a- C $\rightarrow$ D.

b- A $\rightarrow$ D.

c- AD → C.

d- BC → A.

e- B → CD.

2.79. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >,víi R = {A, B,... } vµ F = {AB → E, AG → I, BE → I, E → G, GI → H}. Chøng minh r»ng AB → GH.

2.80. Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A, B, C, D, E, G, H}, tËp c¸c PTH F: F = {A → D, AB → DE, CE → G, E → H}. TÝnh $(AB)^+$.

2.81.

a - T×m c¸c khãa cßn l¹i cña W = < R, F > trong vÝ dô 2.20 vµ t×m c¸c khãa cña s¬ ®å quan hÖ W= < R, F > trong bµi tËp 2.15.

b - Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D,E,H} vµ

F = {A→ E, C → D, E →DH}. Chøng minh r»ng K = {A,B,C} lµ khãa duy nhÊt cña W.

c - Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D} vµ

F = {AB → C, D → B, C → ABD}. T×m c¸c khãa cña W.

d - Cho s¬ ®å quan hÖ W = < R, F >, víi R = {A,B,C,D,E,G} vµ

F = {AB → C, C → A, BC → D, ACD → B, D → EG,BE →C, CG → BD, CE → CG}. T×m c¸c khãa cña W.

2.82. XÐt lưîc ®å quan hÖ cã c¸c thuéc tÝnh S (stor), D (department), I (item) vµ M (manager) víi c¸c phô thuéc hµm SI→D vµ SD→M.

a) T×m tÊt c¶ c¸c kho¸ cña S§QH W= <{S, D, I, M}, F >.

b) Chøng minh r»ng W lµ 2NF nhưng kh«ng lµ 3NF.