Chapter 2
Logics (cont.)

Discrete Structures for Computing

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le
Faculty of Computer Science and Engineering
University of Technology - VNUHCM
{htnguyen;trtanh}@hcmut.edu.vn

Contents

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Course outcomes

	Course learning outcomes
L.O.1	Understanding of logic and discrete structures
	L.O.1.1 – Describe definition of propositional and predicate logic L.O.1.2 – Define basic discrete structures: set, mapping, graphs
L.O.2	Represent and model practical problems with discrete structures
	L.O.2.1 – Logically describe some problems arising in Computing L.O.2.2 – Use proving methods: direct, contrapositive, induction L.O.2.3 – Explain problem modeling using discrete structures
L.O.3	Understanding of basic probability and random variables
	L.O.3.1 – Define basic probability theory L.O.3.2 – Explain discrete random variables
L.O.4	Compute quantities of discrete structures and probabilities
	L.O.4.1 – Operate (compute/ optimize) on discrete structures L.O.4.2 – Compute probabilities of various events, conditional ones, Bayes theorem

Limits of Propositional Logic

- $x > 3$
- All square numbers are not prime numbers. 100 is a square number. Therefore 100 is not a prime number.

Predicates

Definition

A predicate (*vị từ*) is a statement containing one or more variables. If values are assigned to all the variables in a predicate, the resulting statement is a proposition (*mệnh đề*).

Example:

- $x > 3$ (predicate)
- $5 > 3$ (proposition)
- $2 > 3$ (proposition)

Predicates

- $x > 3 \rightarrow P(x)$
- $5 > 3 \rightarrow P(5)$
- A predicate with n variables $P(x_1, x_2, ..., x_n)$

Truth value

- $x > 3$ is true or false?
- $5 > 3$
- For every number $x, x > 3$ holds
- There is a number x such that $x > 3$

Quantifiers

- $\forall$: Universal – *Với mọi*
  - $\forall x P(x) = P(x)$ is `T` for all x
- $\exists$: Existential – *Tồn tại*
  - $\exists x P(x) =$ There exists an element x such that $P(x)$ is `T`
- We need a domain of discourse for variable

Example

Let $P(x)$ be the statement "$x < 2$". What is the truth value of the quantification $\forall x P(x)$, where the domain consists of all real number?

- $P(3) = 3 < 2$ is false
- $\Rightarrow \forall x P(x)$ is false

- 3 is a counterexample (*phản ví dụ*) of $\forall x P(x)$

Example

What is the truth value of the quantification $\exists x P(x)$, where the domain consists of all real number?

Example

Express the statement "Some student in this class comes from Central Vietnam."

Solution 1

- $M(x) = x$ comes from Central Vietnam
- Domain for x is the students in the class
- $\exists x M(x)$

Solution 2

- Domain for x is all people
- ...

Negation of Quantifiers

Statement	Negation	Equivalent form
$\forall x P(x)$	$\neg(\forall x P(x))$	$\exists x \neg P(x)$
$\exists x P(x)$	$\neg(\exists x P(x))$	$\forall x \neg P(x)$

Example

- All CSE students study Discrete Math 1
- Let C(x) denote "x is a CSE student"
- Let S(x) denote "x studies Discrete Math 1"
- $\forall x : C(x) \rightarrow S(x)$
- $\exists x : \neg(C(x) \rightarrow S(x)) \equiv \exists x : C(x) \wedge \neg S(x)$
- There is a CSE student who does not study Discrete Math 1.

Another Example

Example

Translate these:

- All lions are fierce.
- Some lions do not drink coffee.
- Some fierce creatures do not drink coffee.

Solution

Let $P(x)$, $Q(x)$ and $R(x)$ be the statements "x is a lion", "x is fierce" and "x drinks coffee", respectively.

- $\forall x(P(x) \to Q(x))$.
- $\exists x(P(x) \land \neg R(x))$.
- $\exists x(Q(x) \land \neg R(x))$.

The Order of Quantifiers

- The order of quantifiers is important, unless all the quantifiers are universal quantifiers or all are existential quantifiers
- Read from left to right, apply from inner to outer

Example

$\forall x\ \forall y\ (x + y = y + x)$
T for all $x, y \in \mathbb{R}$

Example

$\forall x\ \exists y\ (x + y = 0)$ is T,
while
$\exists y\ \forall x\ (x + y = 0)$ is F

Translating Nested Quantifiers

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

$\forall x\ (C(x) \vee \exists y\ (C(y) \wedge F(x,y))\ )$

Provided that:

- $C(x)$: x has a computer,
- $F(x,y)$: x and y are friends,
- $x, y \in$ all students in your school.

Answer

For every student x in your school, x has a computer or there is a student y such that y has a computer and x and y are friends.

Translating Nested Quantifiers

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

$\exists x \forall y \forall z \quad (((F(x,y) \wedge F(x,z) \wedge (y \neq z)) \rightarrow \neg F(y,z)))$

Provided that:

- $F(x,y)$: x, y are friends
- $x, y, z \in$ all students in your school.

Answer

There is a student x, so that for every student y, every student z not the same as y, if x and y are friends, and x and z are friends, then y and z are not friends.

Translating into Logical Expressions

Example

1. "There is a student in the class has visited Hanoi".
2. "Every students in the class have visited Nha Trang or Vung Tau".

Answer

Assume:
$C(x)$: x has visited Hanoi
$D(x)$: x has visited Nha Trang
$E(x)$: x has visited Vung Tau
We have:

1. $\exists x C(x)$
2. $\forall x (D(x) \vee E(x))$

Translating into Logical Expressions

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

Every people has only one best friend.

Solution

Assume:

- $B(x, y)$: y is the best friend of x

We have:
$\forall x \exists y \forall z (B(x, y) \land ((y \neq z) \to \neg B(x, z)))$

Translating into Logical Expressions

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

If a person is a woman and a parent, then this person is mother of some one.

Solution

We define:

- $W(x)$: x is woman
- $P(x)$: x is a parent
- $M(x, y)$: x is mother of y

We have:
$\forall x((W(x) \land P(x)) \to \exists y M(x, y))$

Inference

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

- If I have a girlfriend, I will take her to go shopping.
- Whenever I and my girlfriend go shopping and that day is a special day, I will surely buy her some expensive gift.
- If I buy my girlfriend expensive gifts, I will eat noodles for a week.
- Today is March 8.
- March 8 is such a special day.
- Therefore, if I have a girlfriend,...
- I will eat noodles for a week.

Propositional Rules of Inferences

Rule of Inference	Name
p $p \to q$ $\therefore q$	Modus ponens
$\neg q$ $p \to q$ $\therefore \neg p$	Modus tollens
$p \to q$ $q \to r$ $\therefore p \to r$	Hypothetical syllogism (*Tam đoạn luận giả định*)
$p \vee q$ $\neg p$ $\therefore q$	Disjunctive syllogism (*Tam đoạn luận tuyển*)

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Propositional Rules of Inferences

Rule of Inference	Name
$\dfrac{p}{\therefore p \vee q}$	Addition (*Quy tắc cộng*)
$\dfrac{p \wedge q}{\therefore p}$	Simplification (*Rút gọn*)
$\dfrac{\begin{array}{c} p \\ q \end{array}}{\therefore p \wedge q}$	Conjunction (*Kết hợp*)
$\dfrac{\begin{array}{l} p \vee q \\ \neg p \vee r \end{array}}{\therefore q \vee r}$	Resolution (*Phân giải*)

Example

If it rains today, then we will not have a barbecue today. If we do not have a barbecue today, then we will have a barbecue tomorrow. Therefore, if it rains today, then we will have a barbecue tomorrow.

Solution

- p: It is raining today
- q: We will not have a barbecue today
- r: We will have barbecue tomorrow

$$\begin{array}{l} p \rightarrow q \\ q \rightarrow r \\ \hline \therefore p \rightarrow r \end{array}$$

Hypothetical syllogism

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

- It is not sunny this afternoon ($\neg p$) and it is colder than yesterday (q)
- We will go swimming (r) only if it is sunny
- If we do not go swimming, then we will take a canoe trip (s)
- If we take a canoe trip, then we will be home by sunset (t)
- We will be home by sunset (t)

1.	$\neg p \wedge q$	Hypothesis
2.	$\neg p$	Simplification using (1)
3.	$r \to p$	Hypothesis
4.	$\neg r$	Modus tollens using (2) and (3)
5.	$\neg r \to s$	Hypothesis
6.	s	Modus ponens using (4) and (5)
7.	$s \to t$	Hypothesis
8.	t	Modus ponens using (6) and (7)

Fallacies

Definition

Fallacies (*ngụy biện*) resemble rules of inference but are based on contingencies rather than tautologies.

Example

If you do correctly every questions in mid-term exam, you will get 10 grade. You got 10 grade.

Therefore, you did correctly every questions in mid-term exam.

Is $[(p \to q) \wedge q] \to p$ a tautology?

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Rules of Inference for Quantified Statements

Rule of Inference	Name
$\dfrac{\forall x P(x)}{\therefore P(c)}$	Universal instantiation (*Cụ thể hóa phổ quát*)
$\dfrac{P(c) \text{for an arbitrary } c}{\therefore \forall x P(x)}$	Universal generalization (*Tổng quát hóa phổ quát*)
$\dfrac{\exists x P(x)}{\therefore P(c) \text{for some element } c}$	Existential instantiation (*Cụ thể hóa tồn tại*)
$\dfrac{P(c) \text{for some element } c}{\therefore \exists x P(x)}$	Existential generalization (*Tổng quát hóa tồn tại*)

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Example

- A student in this class has not gone to class
- Everyone in this class passed the first exam
- Someone who passed the first exam has not gone to class

Hint

- $C(x)$: x is in this class
- $B(x)$: x has gone to class
- $P(x)$: x passed the first exam
- Premises???

1. $\exists x(C(x) \land \neg B(x))$ Premise
2. $C(a) \land \neg B(a)$ Existential instantiation from (1)
3. $C(a)$ Simplification from (2)
4. $\forall x(C(x) \to P(x))$ Premise
5. $C(a) \to P(a)$ Universal instantiation from (4)
6. $P(a)$ Modus ponens from (3) and (5)
7. $\neg B(a)$ Simplification from (2)
8. $P(a) \land \neg B(a)$ Conjunction from (6) and (7)
9. $\exists x(P(x) \land \neg B(x))$ Existential generalization from (8)

Xét vị từ $p(x) :'' \ x^2 - 3x + 2 = 0''$. Cho biết chân trị các mệnh đề sau:

a) $p(0)$
b) $p(1)$
c) $p(2)$
d) $\exists x, p(x)$
e) $\forall x, p(x)$

a) F
b) T
c) T
d) T
e) F

Xét vị từ theo 2 biến nguyên dương: $p(x, y)$: "x là ước của y"
Hãy xác định chân trị các mệnh đề sau:

a) $p(2, 3)$
b) $p(2, 6)$
c) $\forall y, p(1, y)$
d) $\forall x, p(x, x)$
e) $\forall x \exists y, p(x, y)$
f) $\exists y \forall x, p(x, y)$
g) $\forall x \forall y, (p(x, y) \land p(y, x)) \rightarrow (x = y)$
h) $\forall x \forall y \forall z (p(x, y) \land p(y, z)) \rightarrow (p(x, z))$

a) F
b) T
c) T
d) T
e) T
f) F
g) T
h) T

- $F(x, y)$: x là cha của y,
- $M(x, y)$: x là mẹ của y,
- $S(x, y)$: x là chị em gái của y,
- $B(x, y)$: x là anh em trai của y,
- $H(x, y)$: x là người hôn phối (chồng hoặc vợ) của y,
- $O(x, y)$: x lớn tuổi hơn y.

Xác định các biểu thức luận lý vị từ để diễn đạt các câu sau

a) ‘Anh ta có chị gái và em trai’.
b) ‘Tất cả anh em trai của cô ta đều nhỏ tuổi hơn cô ấy’.
c) ‘Thuyên chỉ có duy nhất một người chồng’.
d) ‘Một trong những chị em gái của anh ta thì nhỏ tuổi hơn anh ấy’.
e) ‘Mọi người đều có một ông nội, một ông ngoại, một bà nội và một bà ngoại’.
f) ‘Bất cứ người nào là cha thì sẽ không thể là mẹ được’

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Lời giải - Xác định các biểu thức luận lý vị từ để diễn đạt các câu sau

a) $\exists x \exists y (S(x,m) \land O(x,m) \land B(y,m) \land \neg O(y,m))$.

b) $\forall x (B(x,m) \to \neg O(x,m))$.

c) $\exists x \forall y \ H(x, \text{Thuyen}) \land H(y, \text{Thuyen}) \to (x = y)$
hoặc $\exists x \forall y \ H(x, \text{Thuyen}) \land (x \neq y) \to \neg H(y, \text{Thuyen})$.

d) $\exists x \forall y (S(x,m) \land \neg O(x,m) \land S(y,m) \land (x \neq y) \to O(y,m))$.

e) $\forall x \exists y \exists z \exists y_1 \exists y_2 \exists z_1 \exists z_2$
$(F(y,x) \land M(z,x) \land F(y_1,y) \land M(y_2,y) \land F(z_1,z) \land M(z_2,z))$.

f) $\exists x \exists y \forall z (F(x,y) \to \neg M(x,z))$.

Diễn dịch những mệnh đề luận lý vị từ sau

a) $B(c,m) \wedge (O(c,m) \vee O(m,c))$.
b) $B(c,m) \wedge F(a,m) \rightarrow O(a,c) \wedge F(a,c)$.
c) $\forall x \forall y (S(x,m) \wedge B(c,y) \rightarrow x = y)$.
d) $\exists x((S(x,m) \vee H(c,x)) \vee \exists x(H(x,m) \wedge O(x,m)))$.
e) $\forall x \forall y (S(x,m) \wedge S(y,m) \rightarrow O(x,y) \vee O(y,x))$

a) c hoặc là anh hoặc là em trai của m.
b) Nếu c là anh em trai của m và a là cha của m, thì a lớn tuổi hơn c và a là cha của c.
c) Bất cứ ai là chị em của m, thì c cũng là anh em của người đó.
d) Có một người là chị của m hoặc c là chồng chị ta, hoặc có một người là chồng của m và lớn tuổi hơn m.
e) Tất cả các chị em của m đều lớn tuổi hoặc nhỏ tuổi hơn nhau.

Cho vị từ $N(x)$ "x đã từng đi chơi Đà Lạt" với tập vũ trụ là toàn bộ sinh viên trong lớp Toán. Hãy phát biểu các vị từ sau:

a) $\exists x N(x)$
b) $\forall x N(x)$
c) $\neg \exists x N(x)$
d) $\exists x \neg N(x)$
e) $\neg \forall x N(x)$
f) $\forall x \neg N(x)$

a) Có sinh viên trong lớp Toán chưa đi chơi Đà Lạt.
b) Tất cả sinh viên trong lớp Toán đều đã từng đi chơi Đà Lạt.
c) Không tồn tại sinh viên nào trong lớp Toán đã từng đi chơi Đà Lạt.
d) Có một sinh viên trong lớp Toán chưa từng đi chơi Đà Lạt.
e) Không phải tất cả sinh viên trong lớp Toán đều đã từng đi chơi Đà Lạt.
f) Tất cả sinh viên trong lớp Toán đều chưa từng đi chơi Đà Lạt.

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Cho vị từ $N(x)$ "x học ở lớp hơn 5 giờ mỗi ngày trong tuần" với tập vũ trụ là toàn bộ sinh viên trong lớp Toán. Hãy phát biểu các vị từ sau:

a) $\exists x N(x)$
b) $\forall x N(x)$
c) $\exists x \neg N(x)$
d) $\forall x \neg N(x)$

a) Có một sinh viên học ở lớp hơn 5 giờ mỗi ngày trong tuần.
b) Mọi sinh viên đều học ở lớp hơn 5 giờ mỗi ngày trong tuần.
c) Có một sinh viên không học ở lớp hơn 5 giờ mỗi ngày trong tuần.
d) Không có sinh viên nào học ở lớp hơn 5 giờ mỗi ngày trong tuần.

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Hãy cho biết công thức vị từ của đoạn mã giả (pseudo code) sau:

```
for (i = 0; i<numObjects; i++) {
   Object x = Objects(i);
   if isMushroom(x)
      if isPoisonous(x) && isPurple(x)
      return false;
}
return true;
```

- There are no mushrooms that are poisonous and purple.
- $\forall x Mushroom(x) \rightarrow \neg(Poisonous(x) \wedge Purple(x))$

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Hãy cho biết công thức vị từ của đoạn mã giả (pseudo code) sau:

```
for (i=0; i<numObjects; i++) {
   Object x = Objects(i);
   if isMushroom(x) && isPoisonous(x) && isPurple(x)
      return true;
}
return false;
```

- There is a mushroom that is purple and poisonous.
- $\exists x Mushroom(x) \wedge Poisonous(x) \wedge Purple(x)$

Cho đoạn mã giả (pseudo code) sau:

```
//— Look for first match
for (x=0; x<numKids; x++)
  if isParent(Peter, kids[x])
    match1Found = true;

//— Now look for a second match
for (y=0; (y<numKids)&&(y!=x); y++)
  if isParent(Peter, kids[y])
    match2Found = true;

return match1Found && match2Found;
```

Biết rằng: Mảng kids gồm 3 phần tử: { Alice, Bob, Charles } và Peter chỉ có 1 con là Alice.

Hãy cho biết công thức vị từ của câu "Peter có ít nhất 2 con".

$\exists x \exists y (ParentOf(Peter, x) \wedge ParentOf(Peter, y) \wedge \neg(x = y))$

Cho P(x) là câu "x nói được tiếng Nga" và Q(x) là câu "x biết ngôn ngữ Java".
Hãy diễn đạt các câu sau bằng cách dùng P(x), Q(x), các lượng từ và các liên từ logic.
Cho không gian đối với các lượng từ là tập hợp tất cả sinh viên ở trường bạn.

a) Có một sinh viên ở trường bạn nói được tiếng Nga và biết Java.
b) Có một sinh viên ở trường bạn nói được tiếng Nga nhưng không biết Java.
c) Mọi sinh viên ở trường bạn đều nói được tiếng Nga hoặc biết Java.
d) Không có một sinh viên nào ở trường bạn nói được tiếng Nga hoặc biết Java.

a) $\exists x(P(x) \wedge Q(x))$
b) $\exists x(P(x) \wedge \neg Q(x))$
c) $\forall x(P(x) \vee Q(x))$
d) $\forall x \neg(P(x) \wedge Q(x))$

Cho L(x,y) là câu "x yêu y", với không gian của cả x và y là tập hợp mọi người trên thế giới. Hãy dùng các lượng từ để diễn đạt các câu sau

a) Mọi người đều yêu Jerry.
b) Mọi người đều yêu một ai đó.
c) Có một người mà tất cả mọi người đều yêu.
d) Không có ai yêu tất cả mọi người.
e) Có một người mà Lydia không yêu.
f) Có một người mà không ai yêu.
g) Có đúng một người mà tất cả mọi người đều yêu.
h) Có đúng hai người mà Lynn yêu.
i) Mọi người đều yêu chính mình.
j) Có một người nào đó không yêu ai ngoài chính mình.

a) $\forall x L(x, Jerry)$
b) $\forall x \exists y L(x, y)$
c) $\exists y \forall x L(x, y)$
d) $\neg(\exists x(\forall y L(x, y))$, $\neg(\exists x(\wedge_y L(x, y))$ hoặc $\forall x \neg(\wedge_y L(x, y))$
e) $\exists x \neg L(Lydia, x)$
f) $\exists x \forall y \neg L(x, y)$
g) $\exists x(\forall y L(x, y) \wedge \forall z((\forall w L(w, z)) \rightarrow z = x))$
h) $\exists x \exists y(x \neq y \wedge L(Lynn, x) \wedge L(Lynn, y) \wedge \forall z(L(Lynn, z) \rightarrow (z = x \vee z = y)))$
i) $\forall x L(x, x)$
j) $\exists x \forall y(L(x, y) \rightarrow x = y)$

Huynh Tuong Nguyen, Tran Tuan Anh, Nguyen Ngoc Le

Cho các vị từ:
. -P(x): "x là một vấn đề toán học".
. -Q(x): "x khó" (theo một tiêu chuẩn được định nghĩa tốt nào đó).
. -R(x): "x dễ" (theo một tiêu chuẩn được định nghĩa tốt nào đó - giống như trên).
. -S(x): "x không thể giải được".
Diễn giải những công thức vị từ sau dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên

a) $\forall x(P(x) \rightarrow (Q(x) \iff \neg R(x)))$
b) $\exists x(S(x) \wedge \neg P(x))$

Vì có nhiều cách diễn đạt một công thức vị từ dưới dạng ngôn ngữ tự nhiên và sau đây là một cách

a) Nếu x là một vấn đề toán học thì x là bài toán khó tương đương với x không dễ.
b) Có vấn đề không toán học không thể giải được

Dịch các bản mô tả sau đây sang tiếng Việt trong đó $F(p)$ là "Máy in p bị hỏng",
$B(p)$ là "Máy in p đang bận in tài liệu khác",
$L(j)$ là "Việc in j đã bị mất",
và $Q(j)$ là "Việc in j đang trong hàng đợi."

a) $\exists p(F(p) \wedge B(p)) \rightarrow \exists j L(j)$
b) $\forall p B(p) \rightarrow \exists j Q(j)$
c) $\exists j(Q(j) \wedge L(j)) \rightarrow \exists p F(p)$
d) $(\forall p B(p) \wedge \forall j Q(j)) \rightarrow \exists j L(j)$

a) Nếu có một máy in nào đó bị hỏng trong khi đang bận in tài liệu thì chắc chắn sẽ có tài liệu bị mất.
b) Nếu tất cả máy in đều đang bận in tài liệu thì sẽ có tài liệu đang đợi được in.
c) Nếu một tài liệu đang được đợi in nhưng lại bị mất, chứng tỏ có máy in nào đó đã bị hỏng.
d) Khi tất cả các máy in đều đang bận in tài liệu khác, mà tất cả các công việc in vẫn phải chờ, thì sẽ có một việc in nào đó bị mất.

Chuyển các câu sau sang vị từ, lượng từ và toán tử logic:

a) Không có ai là hoàn hảo.
b) Không phải mọi người đều hoàn hảo.
c) Tất cả bạn bè của bạn đều hoàn hảo.
d) Ít nhất có một đứa bạn của bạn là hoàn hảo.
e) Mọi người đều là bạn của bạn và họ hoàn hảo.
f) Không phải tất cả mọi người là bạn của bạn hoặc có ai đó không hoàn hảo.

C(x): x là hoàn hảo.
D(x): x là bạn của bạn.
E(x): x là bất kỳ người nào khác.

a) $\neg\exists x C(x)$
b) $\exists x \neg C(x)$
c) $\forall x D(x) \to C(x)$
d) $\exists x \forall y (D(x) \wedge D(y) \wedge (x \neq y)) \to C(x) \Longrightarrow \exists y (D(y) \to C(y))$
e) $\forall x (D(x) \wedge C(x))$
f) $\forall x \exists y (D(y) \wedge (y \neq x) \vee \neg C(y)) \Longrightarrow \neg\forall x D(x) \vee \exists y C(y)$

Cho các vị từ sau:

- P(x): Chương trình x đáp ứng chuẩn ABET.
- Q(x,y): Chương trình x có mục tiêu đào tạo giống chương trình y.
- R(x): Kết quả đầu ra của chương trình x là có thể kiểm chứng được.

Mệnh đề vị từ nào sau biểu diễn câu : "Mọi chương trình đào tạo nếu có mục tiêu giống một chương trình khác đã đáp ứng chuẩn ABET và kết quả đầu ra có thể kiểm chứng được thì cũng tuân theo chuẩn ABET"

A) $\forall x(P(x) \wedge \neg Q(x)) \rightarrow \exists x(R(x))$

B) $\forall x(\exists y(Q(x,y) \wedge P(y) \wedge R(x)) \rightarrow P(x))$

C) $\forall x(\exists y(Q(x,y) \wedge P(y) \wedge R(x)) \rightarrow P(x) \vee R(x))$

D) $\forall x(\forall y(Q(x,y) \wedge P(y) \vee R(x)) \rightarrow P(x))$

Trong câu hỏi này giả sử các vị từ:

- $P(x, y)$: x là phụ huynh của y.
- $M(x)$: x là nam giới .

Nếu ta cho:

$F(v, w) = M(v) \wedge \exists x \exists y (P(x, y) \wedge P(x, v) \wedge (y \neq v) \wedge P(y, w))$,

thì $F(v, w)$ có nghĩa là

A. v là anh của w
B. v là cháu trai của w
C. v là chú của w
D. v là ông của w

Chuyển các câu sau sang vị từ, lượng từ và toán tử logic:

a) Khi ổ cứng còn ít hơn 30 GB, một thông điệp cảnh báo sẽ được gửi tới mọi người dùng.
b) Không được sao lưu hệ thống tập tin nếu có một người nào đó đang đăng nhập vào hệ thống.
c) Đoạn phim Youtube sẽ được buffer khi còn ít nhất 8 MB bộ nhớ và tốc độ đường tuyền tối thiểu là 56 kbits/s.
d) Chỉ vài sinh viên máy tính lập trình tốt.
e) Không một sinh viên máy tính nào không cần cù.
f) Không phải tất cả các sinh viên máy tính đều thông minh.
g) Tất cả người Pompei hoặc trung thành với Caesar hoặc ghét ông ta.
h) Mỗi người đều trung thành với một người nào đó.
i) Người ta chỉ muốn ám sát những nhà cầm quyền mà người ta không trung thành.