



Algorithmes de résolution

Phân loại các kỹ thuật phân giải



có thể chứng minh không thỏa mãn

Không thể chứng minh không đạt yêu cầu

Nghị quyết

Tìm kiếm địa phương

Phương thức mảng

Ủ mô phỏng

Thủ tục DPLL

tìm kiếm cẩm kỵ

DBs

Thuật toán di truyền

...

...

Các thuật toán hoàn chỉnh

- Phương pháp cú pháp: dựa trên độ phân giải
- Phương pháp ngữ nghĩa: liệt kê (backtracking)

Phương pháp dựa trên độ phân giải

W Quy tắc giải quyết / đồng thuận của :

$$w1 = (\neg \text{ tại } \bar{U} \text{ tại }), w2 = (\text{ tại } \bar{U} b)$$

$$\underline{x = (\text{ tại } \bar{U} b)}$$

W _____ nhận xét quyết r được cho là tautological (đúng) nếu nó chứa tại trừ đi hai chữ đối nhau; nếu không nó được cho là cơ bản

W Quy tắc đăng ký / cấp dưới :

nếu $w1 \vdash w2$ thì $w1 \vdash w2$ (chúng ta nói rằng $w1$ phụ thuộc vào $w2$)

Ä cho S là công thức CNF và $w1, w2 \vdash S$ tq. $w1$ phụ $w2$

thì S là thỏa mãn iff $S \setminus \{w2\}$ là thỏa mãn

W Quy tắc hợp nhất :

$(\text{ tại } \bar{U} \text{ tại }) \models (\text{ tại } \bar{U} \text{ tại } \bar{U} a)$ (trường hợp đặc biệt của quy tắc phụ)

Phương pháp phân giải

Chức năng phân giải (S)

```
while ^ Î S) làm
    ( chọn  $w_1, w_2$  TÔI  $S$  chứa hai chữ đối nhau
         $r =$  giải quyết  $w_1, w_2$ )
         $S = S \{r\}$ 
```

kết thúc miễn là

trả về sai

w Phương thức phân giải đã hoàn tất cho việc bắc bỏ (nếu công thức là phân giải không thỏa mãn thì mệnh đề rỗng sẽ

w độ phân giải + quy tắc phụ (áp dụng ở mỗi bước) đã hoàn tất.

Ä đặt S là một công thức thỏa mãn thì sau một số bước hữu hạn, bất kỳ giải pháp mới nào được tạo ra sẽ được cộng lại bởi một mệnh đề của S

Thủ tục Davis & Putnam [DP 60]

Thủ tục DP (S)

miễn là (\wedge NẾU và $T \in S$) làm

áp dụng quy tắc \neg chử đơn vị

dụng nguyên tắc \neg đen , áp

chọn biến a p \top Nguyên tử (S)

Cho $Sp = \{ = \{c \setminus \{p\}, \text{tq. } \text{cái này } S, \text{ và } P \top \text{ vs}\},$

$S \neg p$ dấu với \ ($P\}$, cái này S , tq. \top cái này

$S' = \{c \top S, p \not\in c, \neg p \not\in \neg pc\}$

$S = \text{CNF} (Sp \cup S \cup \neg p)$ nếu

kết thúc miễn là

nếu \wedge \neg S đã sai

khác $true$

Thủ tục PD: một ví dụ



$$j = (a \rightarrow c) (b \rightarrow c) (d \rightarrow c) (\neg a \rightarrow \neg b \rightarrow \neg c)$$

Loại bỏ biến c

$$= (a \rightarrow \neg a \rightarrow \neg b) (b \rightarrow \neg a \rightarrow \neg b) (d \rightarrow \neg a \rightarrow \neg b)$$

$$j_1 = (d \rightarrow \neg a \rightarrow \neg b)$$

Tôi hài lòng !



Phương pháp giải quyết: tóm tắt



- w theo cấp số nhân trong thời gian và không gian
- w chứng minh bằng cách bắc bỏ è vai trò trong logic bậc nhất
- w đã thích nghi với một số loại vấn đề nhất định
- w khó thực hiện
- w nhiều biến thể (cải tiến đã được đề xuất)

n Độ phân giải SL [Kowalski-Kuehner: 71]

n Độ phân giải định hướng [Dechter: 00]

...
...
...
...

- w sử dụng hạn chế trong thực tế
- w dạng yếu hơn thường được sử dụng:
 - n tạo ra các độ phân giải có kích thước giảm ($< k$)
 - ví dụ: dung môi phân giải nhị phân



Phương thức mảng

w Tìm kiếm một mô hình của j

n áp dụng đệ quy các quy tắc để loại bỏ
đầu nối

n nếu một nhánh chứa A_i và $\neg A_i$ (y_i và $\neg y_i$) cho một số
 i , chỉ nhánh được cho là đã đóng cửa; nếu không nó được cho là mở
n nếu không có quy tắc nào có thể được áp dụng cho một nhánh
mở ra thì j là đạt yêu cầu

n nếu tất cả các nhánh đều đóng, thì j là không thỏa mãn

Phương pháp mảng: Quy tắc loại bỏ

$\frac{j_1 \vee j_2}{j_1 \wedge j_2}$	$\frac{\neg (j_1 \vee j_2)}{j_2 \wedge \neg j_1}$	$\frac{\neg (j_1 \wedge j_2)}{j_1 \wedge \neg j_2}$	$\frac{(j_1 \ll j_2)}{j_1 \wedge j_2}$
	$\neg j_2$		$\frac{(j_1 \wedge j_2)}{j_1 \wedge \neg j_2}$
			$\frac{(j_1 \wedge j_2)}{j_2 \wedge \neg j_1}$
		$\frac{\neg\neg dd}{\dots}$	
$\frac{d_1}{d_2 \wedge d_1 \wedge d_2}$	$\frac{\neg (j_1 \vee j_2)}{\neg j_1 \wedge \neg j_2}$	$\frac{j_1 \wedge j_2}{\neg j_1 \wedge j_2}$	
			$\frac{\neg (j_1 \ll j_2)}{\neg (j_1 \wedge j_2) \wedge \neg (j_2 \wedge j_1)}$

Thuật toán mảng

Hàm **Array ()**

G

*/ * đúng nếu G là thỏa đáng; nếu không thì sai */*

nếu có IG và \neg Có IG

*/ * chi nhánh đóng cửa */*

sau đó trả về Sai

nếu $j_1 \dots j_n$

*/ * $j_1 \dots j_n$ -sự tương đồng */*

sau đó trả về Array (

G Ej { 1, \dots , $j_1 \dots j_n$ }

*/ * $j_1 \dots j_n$ -sự tương đồng */*

nếu \neg $j_1 \dots j_n$

sau đó trả về Mảng (nếu (

G Ej { 1 } \ { (\neg j_1 \dots j_n) }

*/ * $j_1 \dots j_n$ -sự tương đồng */*

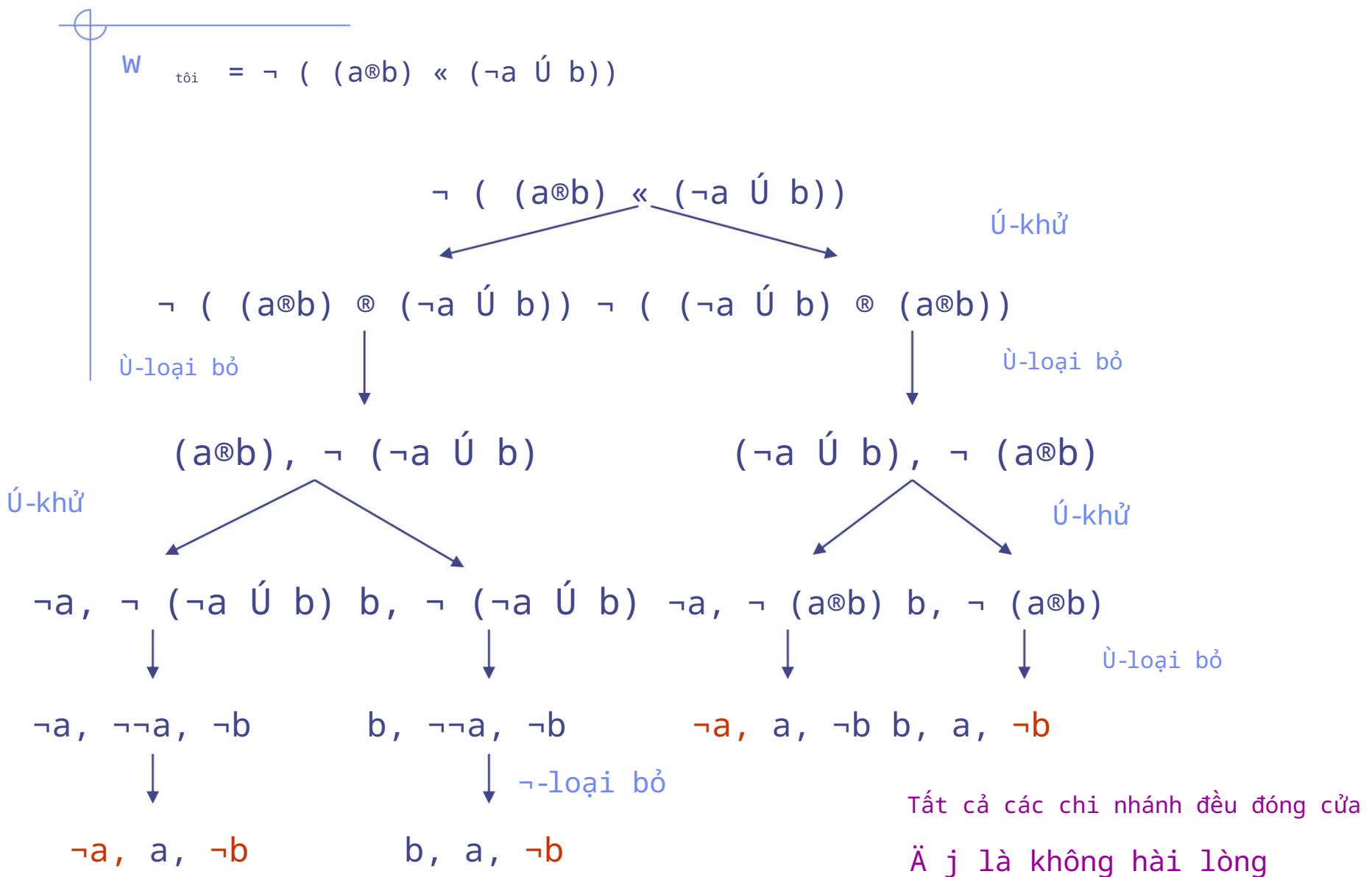
sau đó trả về Array (

G Ej { 1 } \ { (j_1 \dots j_n) } hoặc

Hình ảnh (G Ej { 2 } \ { (j_1 \dots j_n) }

trả về sự thật

Phương pháp bảng: ví dụ





Phương pháp bảng: tóm tắt

- w tách biệt khi ngắt kết nối (kết nối)
 - w hoạt động trên các công thức tùy ý
 - w trực quan, dễ mở rộng theo mô-đun
- Ã được các nhà logic học ưa thích
- w không hiệu quả õ không được các chuyên gia CNTT sử dụng rộng rãi
 - w yêu cầu không gian đa thức

Các thuật toán hoàn chỉnh

- Phương pháp cú pháp: dựa trên độ phân giải
- Phương pháp ngữ nghĩa: liệt kê (backtracking)

Thủ tục DPLL [62]

w Davis-Putnam-Logeman-Loveland quy trình [DPLL] hoặc [DLL]

xây dựng đệ quy một mô hình của j

ở mỗi bước, chỉ định một giá trị cho một nguyên

tử, hãy đưa ra các lựa chọn xác định (bắt buộc) trước tiên

w các quy tắc DPLL :

$$\frac{j_1 \vee (p) \vee j_2}{(j_1 \vee j_2) \mid [p \mid T]} \quad \text{quy tắc chữ đơn vị}$$

$$\frac{\text{tôi}}{j \mid [p \mid T]} \quad p \text{ là tinh khiết}$$

$$\frac{\text{tôi}}{j \mid [p \mid T] \ j \mid [p \mid ^\wedge]} \quad \text{quy tắc phân chia}$$

Thủ tục DPLL [62]

Chức năng DPLL (j, μ)

/* true nếu phai lòng; nếu không thì sai */

nếu $= T$

/* mệnh đề thỏa mãn */

tôi thì ~~T~~ lại để

nếu $= ^$

* backtrak (trở lại *back) /

j thì ~~Sa~~ lại để

if (j chưa mệnh đề đơn vị (p)) a)

địnhquyết Đơn vị */

then (j [p | T], μ \leftarrow P)

if (j chưa một then nghĩa đen ~~K(p)~~ tinh

địnhquyết */ nguyên chất

T], trả về μ^{DPLL} (j [p |

\leftarrow P

(j) $p:$ =lựa chọn theo nghĩa đen

/* Heuristic */

T], trả về μ^{DPLL} (j [p | \leftarrow p]) \vee $DPLL$ (j [p | $^$], $\mu \leftarrow \neg p$) /* tách */

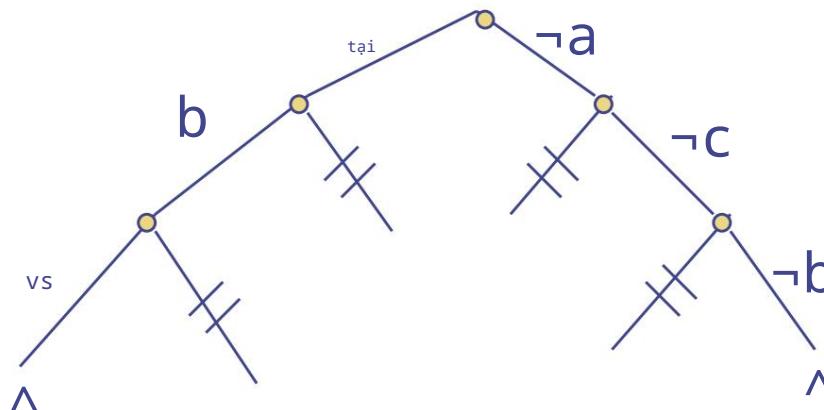
Thủ tục DPLL: một ví dụ

w Cho một công thức CNF

$$= (\neg a \vee \neg b \vee \neg c) \wedge (\neg a \vee b) \wedge (\neg b \vee c) \wedge (\neg c \vee a) \wedge (a \vee b \vee c)$$

j n cây nhị phân được phát triển bởi

DPLL n với sự lựa chọn của các nguyên tử theo thứ tự từ vựng



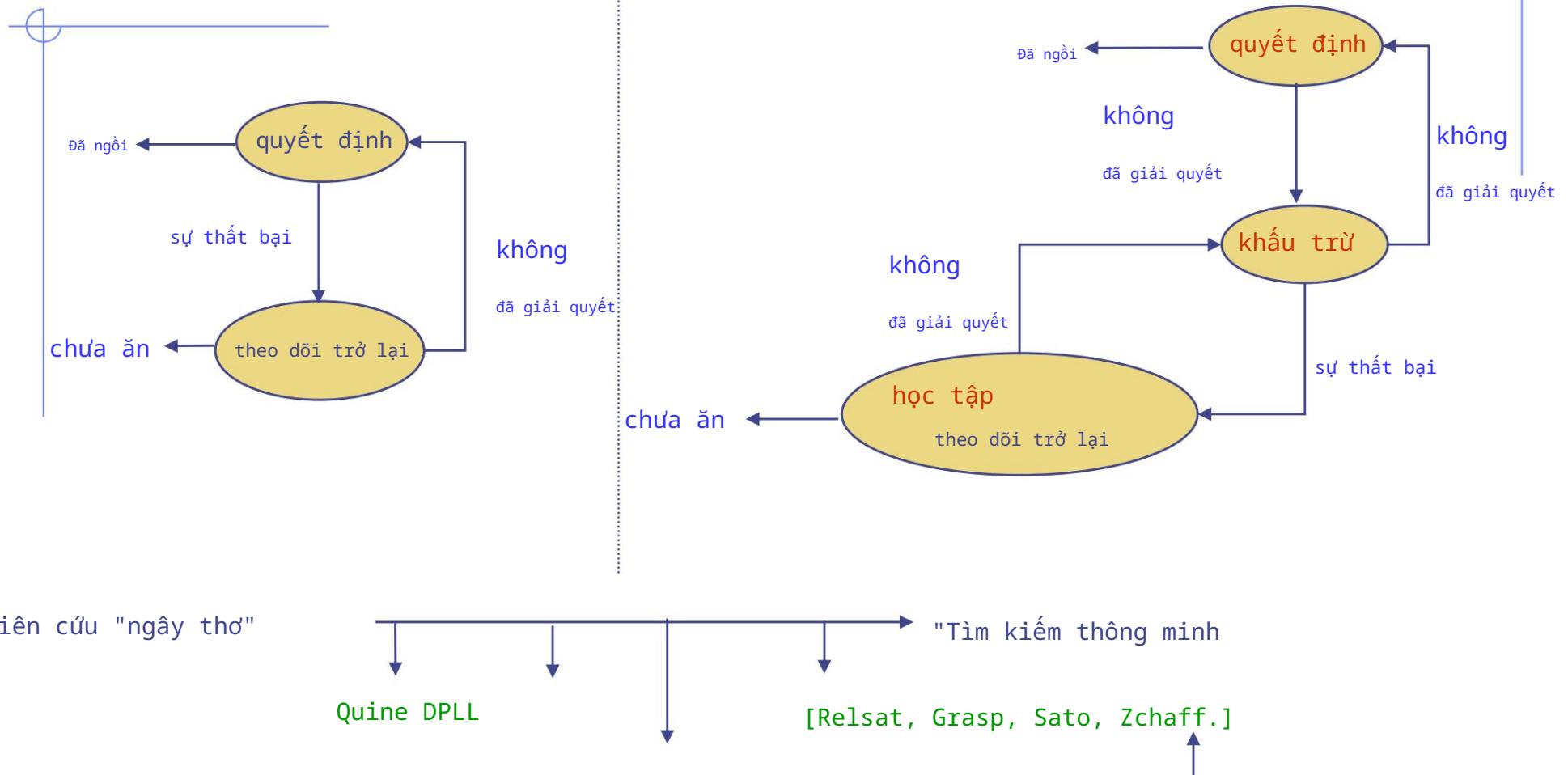


Thủ tục DPLL: tóm tắt



- w Tiền thu được bằng cách liệt kê (gán giá trị cho các nguyên tử) sẽ trì hoãn việc phân tách càng nhiều càng tốt
- w yêu cầu công thức CNF làm đầu vào (có các biến thể cho bất kỳ công thức nào)
- w bị các nhà logic học bỏ qua
- w kỹ thuật giải SAT hiệu quả nhất n được dân IT ưa thích
- w yêu cầu không gian đa thức
- w lựa chọn theo nghĩa đen là rất quan trọng cho hiệu quả !!
- w nhiều biến thể đã được đề xuất

DPLL: Heuristics & tối ưu hóa



Tương lai (nhìn về phía trước):
phát hiện các tình huống thất bại trong tương lai

Nhìn lại: học hỏi từ những tình huống thất bại

DPLL: cải tiến

- w Nhiều cải tiến đã được đề xuất, họ lo ngại nói chung là một trong những điểm sau: n heuristics phân nhánh (lựa chọn biến tiếp theo được gán)
 - w Jeroslow & wang heuristic
 - w heuristic
 - UP ... n xử lý các lỗi "học tập"
 - w phân tích xung đột
 - n bổ sung các mệnh điều khoản đăng ký» để lùi không theo trình tự thời gian
 - n ' tính năng tự động bẻ khóa ngược »(Ngã ngửa)
 - n phân vùng của mô hình " hướng xung đột"
 - cỗ điển và khái quát ...
 - n đơn giản hóa của công thức w
 - được thực hiện trên công thức ban đầu (xử lý trước)
 - n giải quyết bị hạn chế, đơn giản hóa 2, xóa các mệnh đề bị chặn, ...
 - w được thực hiện trong quá trình phân giải (xử lý cục bộ)
 - n xử lý bằng cách truyền đơn vị
 - n sử dụng các lớp đa thức, ...

Phân nhánh heuristics

w Quy tắc phân tách là một nguồn gốc của thuyết không xác định

Gọi j là một công thức và $P \vdash_{atoms} (j)$,

j là thỏa mãn iff $j \models [p \mid T]$ & $j \models [p \mid ^\wedge]$ là thỏa mãn

w Mỗi quan hệ chặt chẽ giữa thứ tự gán các biến và kích thước của cây nghiên cứu !

Ä Nhiều phép phỏng đoán lựa chọn thay đổi đã được đề xuất trong tài liệu.

Phân nhánh heuristics

w Một heuristic H được định nghĩa như sau:

$H: \text{Nguyên tử } (j) \rightarrow R$

$$x \rightarrow H(x) = f(w(x), w(\neg x)),$$

với $w(x)$ = trọng lượng kết hợp với x , thường được tính bằng cách sử dụng
đối số cú pháp: độ dài của mệnh đề, số lần xuất hiện, ...

cho $a = \max \{H(x_i), x_i \in \text{nguyên tử } (j)\}$

$\text{Choice}_H = \{x_k \in \text{Atoms}(j), H(x_k) = a\},$

biến phân nhánh x^* được chọn trong Choice_H .

Ä - lựa chọn ngẫu nhiên,

- sử dụng một H' heuristic khác (máy bẻ cà vạt)

Ví dụ về heuristics

w Sử dụng số lần xuất hiện của các ký tự:

n w (x) = # điểm của chữ x trong j

n w (x) = # số lần xuất hiện của chữ x trong các mệnh đề không phải dấu hiệu

n w (x) = # điểm của chữ x trong mệnh đề nhị phân, ...

w MOM heuristic : lựa chọn biến xuất hiện thường xuyên nhất trong các mệnh đề ngắn nhất: " Lần xuất hiện tối đa trong mệnh đề có độ dài nhỏ nhất"

n Jeroslow & Wang: chọn một từ có trọng lượng tối đa

w l() là toilet có toilet = $\frac{2^{n-|a|}}{2^{-|vs|}}$, n nguyên tử (φ)
 đưa ra ^{l & vs} tính về sự đóng góp của l vào sự thỏa mãn của j

$$\frac{2^{n-|c|}}{2^n} = |\{\text{Tôi, tq. Tôi } [c] = \wedge\}|$$

2n = kích thước không gian tìm kiếm

Ví dụ về heuristics

w Ví dụ về Hs :

$$n \quad H1(x) = w(x) + w(\neg x) \quad [\text{Jeroslow \& Wang}]$$

$$n \quad H2(x) = |w(x) - w(\neg x)|$$

n Giới thiệu hệ số cân bằng cây

$$w \quad H3(x) = w(x) + w(\neg x) + a \times \min(w(x), w(\neg x)), \quad a = 1,5 \quad [\text{Dubois-etal: 93}]$$

$$w \quad H4(x) = w(x) + w(\neg x) + \underbrace{a \times w(x) \times w(\neg x)}, \quad a = 1024 \quad [\text{Freeman: 96}]$$

- hệ số cân bằng

- một hằng số thực nghiệm

n LÊN heuristic: [Freeman: 96, Li: 97]

$(x) = |j| - |i|$, với j 'công thức thu được từ j $[x | ^]$ bằng cách truyền w w
đơn vị, p tối đa hóa tác dụng của lan truyền đơn vị,

Ví dụ về heuristics

w đặt $w(x) = \#$ số nguyên của x theo j , $x_1, x_2 \in \text{Nguyên tử}(j)$ tq.

$w(x_1) = 6, w(\neg x_1) = 6$ và $w(x_2) = 8, w(\neg x_2) = 4$ thì

$$\text{H1}(x_1) = 6 + 6 = 12, \text{H1}(x_2) = 12$$

Ä x1 hoặc x2?

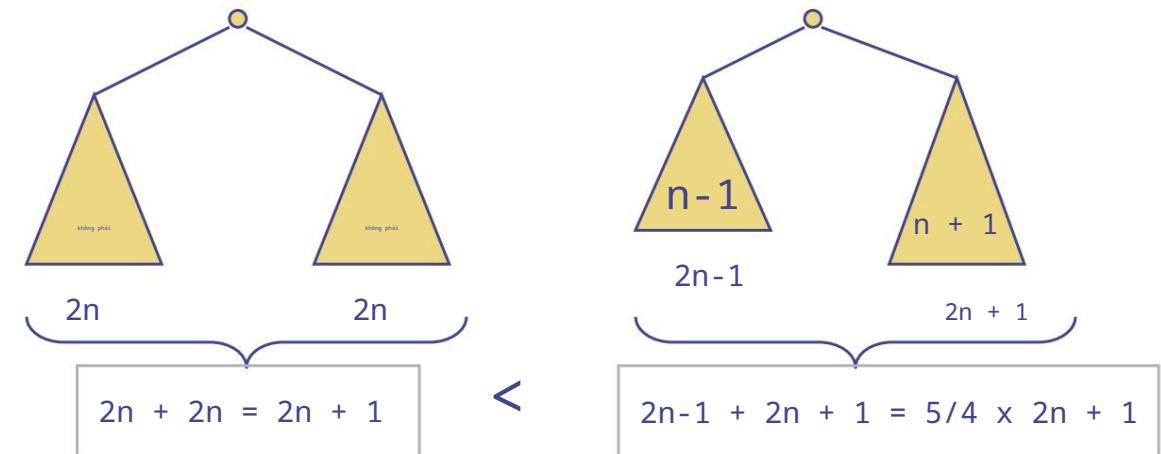
$$\text{H3}(x_1) = 6 + 6 + \text{phút}(6,6) = 18, \text{H3}(x_2) = 8 + 4 + \text{phút}(8,4) = 16$$

TẠI x1 là đã chọn

$$\text{H4}(x_1) = 6 + 6 + 36 = 48, \text{H4}(x_2) = 8 + 4 + 32 = 44,$$

Δ x1 được chọn

w tại sao cân bằng?



Xử lý thất bại

w Ý tưởng : khi một xung đột (mâu thuẫn) được phát hiện:

1. xác định một tập hợp con của diễn giải hiện tại, chịu trách nhiệm về xung đột "xung đột thiết lập»

2. Tua lại không theo trình tự thời gian - chuyển đến điểm chịu trách nhiệm của sự thất bại.

w tập xung đột được xây dựng từ mệnh đề bị sai lệch, chỉ giữ lại các ký tự bị ảnh hưởng trong các điểm lựa chọn.

w Tại mỗi điểm lựa chọn, một tập hợp xung đột thu được bởi giải quyết giữa các tập hợp xung đột của hai nhánh.

ÆTránh nhiều khám phá thừa.

Xử lý không thành công: thêm mệnh đề

- Trong quá trình tìm kiếm, hãy tạo cho mỗi xung đột một điều khoản để tránh sự xuất hiện trong tương lai của cùng một xung đột

$t_{\text{tối}} = (\neg a \vee b) \wedge (\neg b \vee \neg c \vee d) \wedge (\neg b \vee \neg e) \wedge (\neg d \vee \neg e \vee f)$.

Giả thuyết (điểm lựa chọn) $I[c] = \wedge$ và $I[f] = \wedge (\neg c \vee \neg f)$

Gán $\neg a$ và thực hiện PU: b, d và e

Xung đột: $(\neg d \vee \neg e \vee f)$ bị làm giả

$\neg a \vee \neg c \vee \neg f \models \neg j$

$j \models a \vee c \vee f$

thêm mệnh đề mới: $(a \vee c \vee f)$

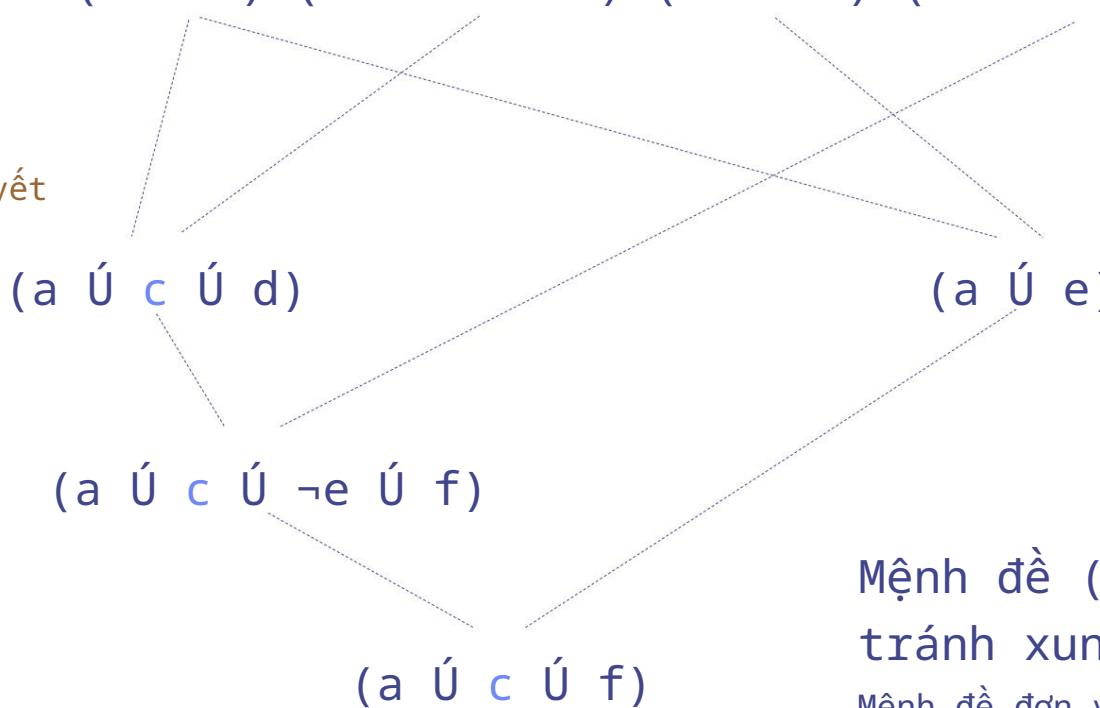
Xử lý không thành công: thêm một điều khoản



w Mệnh đề xuất phát từ xung đột cũng có thể được lấy bằng cách áp dụng hạn chế của giải pháp

$$j = (a \rightarrow b) (\neg b \rightarrow c \rightarrow d) (\neg b \rightarrow e) (\neg d \rightarrow \neg e \rightarrow f).$$

nghị quyết



Mệnh đề $(a \rightarrow c \rightarrow f)$
tránh xung đột!
Mệnh đề đơn vị: **a**

Xử lý không thành công: thêm mệnh đề

w Số mệnh đề được thêm vào có thể rất lớn!

Ã giới hạn số mệnh đề được thêm vào.

w đối với mỗi xung đột, một điều khoản được thêm vào

w chỉ giữ các mệnh đề kích thước $\leq K$

w các mệnh đề hoạt động lớn nhất bị xóa

Ã số mệnh đề được thêm vào là đa thức trong K

w Học tập dựa trên mức độ liên quan

n loại bỏ mệnh đề hoạt động với $^3 M$ các chữ chưa được gán

Bẻ khóa ngược không theo trình tự thời gian

"quay lui theo hướng xung đột » (quay lưng lại)

- w Trong quá trình tìm kiếm và khi có xung đột trả về
trở lại một trong những nguyên nhân của xung đột.

$$\begin{aligned}
 &= (a \rightarrow b) (\neg b \rightarrow c \rightarrow d) (\neg b \rightarrow e) (\neg d \rightarrow \neg e \rightarrow f) \\
 &\quad j (\neg a \rightarrow \neg g \rightarrow \neg h \rightarrow b) (\neg h \rightarrow j) (\neg i \rightarrow k).
 \end{aligned}$$

Giả thuyết (điểm lựa chọn) $\neg c$, $\neg f$, $\neg h$ và $\neg i$

Việc gán $\neg a$ tạo ra xung đột p mệnh đề $(a \rightarrow c \rightarrow f)$ thêm vào

$(a \rightarrow c \rightarrow f)$ ngũ ý

Một xung đột khác thu được: $(\neg d \rightarrow \neg e \rightarrow f)$ là không thể giải quyết được

$a \rightarrow \neg c \rightarrow \neg f \rightarrow \neg j$

$j \rightarrow \neg a \rightarrow c \rightarrow f$

\ mệnh đề mới được thêm vào: $(\neg a \rightarrow c \rightarrow f)$

Bẻ khóa ngược không theo trình tự thời gian "quay ngược hướng xung đột" (quay lưng lại)

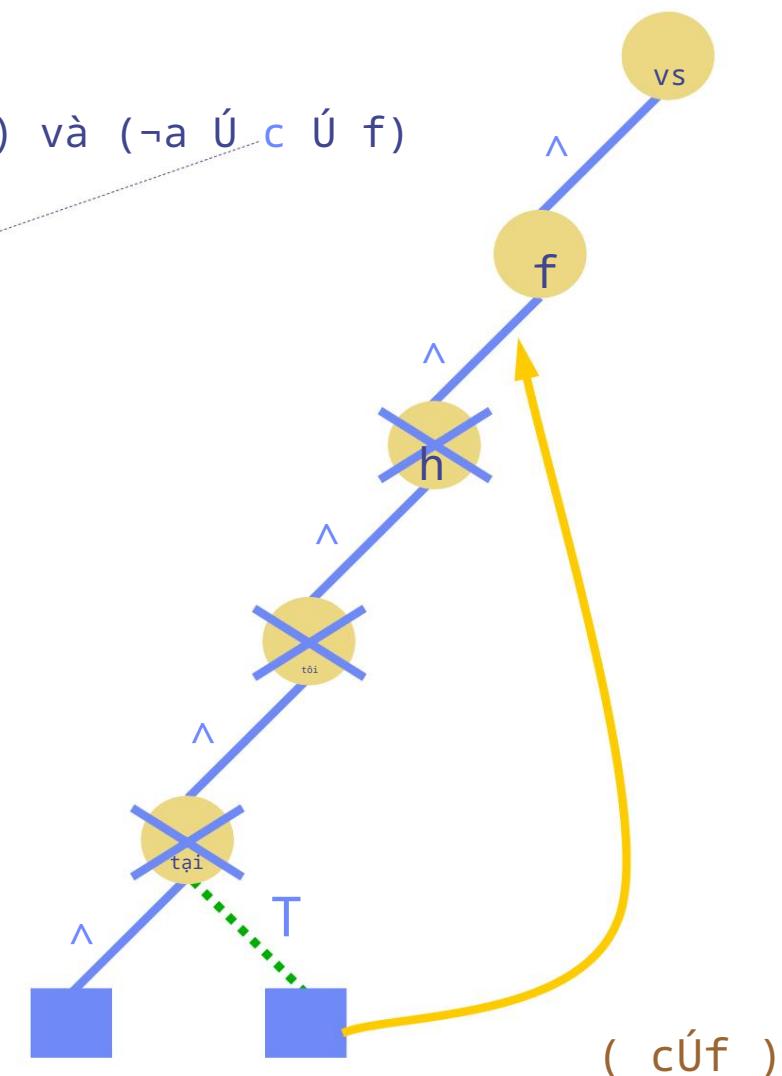


Các mệnh đề được thêm vào: $(a \rightarrow c \rightarrow f)$ và $(\neg a \rightarrow c \rightarrow f)$

Áp dụng giải pháp: mệnh
đề sai mới ($c \rightarrow f$)

Ä quay lại điểm lựa chọn
gần đây nhất: $I[f] = \wedge$

Ä các mệnh đề được thêm
vào: $(a \rightarrow c \rightarrow f)$, $(\neg a$
 $\rightarrow c \rightarrow f)$, và $(c \rightarrow f)$



"quay ngược hướng xung đột" : Ví dụ

j = ($\neg A_1 \wedge A_2$)

($\neg A_1 \wedge A_3 \wedge A_9$)

($\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4$)

($\neg A_4 \wedge A_5 \wedge A_{10}$)

($\neg A_4 \wedge A_6 \wedge A_{11}$)

($\neg A_5 \wedge \neg A_6$)

($A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12}$)

($A_1 \wedge$

$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13}$)

...

"

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

$$j = (\neg A_1 \cup A_2)$$

$$(\neg A_1 \quad A_3 \quad A_9)$$

$$(\neg A_2 \cup \neg A_3 \cup A_4)$$

$$(\neg A_4 \quad A_5 \quad A_{10})$$

$$(\neg A_4 \quad A_6 \quad A_{11})$$

$$(\neg A_5 \cup \neg A_6)$$

$$(A_1 \cup A_7 \cup \neg A_{12})$$

$$(A_1 \cup A_8)$$

$$(\neg A_7 \cup \neg A_8 \cup \neg A_{13})$$

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , .} (Giải thích ban đầu)

"

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

$$j = (\neg A_1 \cup A_2)$$

$$(\neg A_1 \quad A_3 \quad A_9)$$

$$(\neg A_2 \cup \neg A_3 \cup A_4)$$

$$(\neg A_4 \quad A_5 \quad A_{10})$$

$$(\neg A_4 \quad A_6 \quad A_{11})$$

$$(\neg A_5 \cup \neg A_6)$$

$$(A_1 \cup A_7 \cup \neg A_{12}) \longrightarrow \text{thỏa mãn}$$

$$(A_1 \cup A_8) \longrightarrow \text{thỏa mãn}$$

$$(\neg A_7 \cup \neg A_8 \cup \neg A_{13})$$

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , .., A_1 } (kết nối với A_1)

!!

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

$j = (\neg A_1 \wedge A_2) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge \neg A_9) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge \neg A_4)$

$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge \neg A_{10})$

$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge \neg A_{11})$

$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$

$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12}) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(A_1 \wedge \neg A_8) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13})$

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , .., A_1 , A_2 , A_3 } (Đơn vị A_2 , A_3)

!!

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

$j = (\neg A_1 \wedge A_2) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge A_9) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4) \Rightarrow \text{thỏa mãn}$

$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge A_{10})$

$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge A_{11})$

$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$

$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12}) \Rightarrow \text{hài lòng}$

$(A_1 \wedge \dots \wedge A_8) \wedge (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13}) \Rightarrow \text{hài lòng}$

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , .., A_1 , A_2 , A_3 , A_4 } (Phần A4)

!!

 «quay ngược hướng xung đột»: Ví dụ (tiếp theo)

j = ($\neg A_1 \wedge A_2$)	⇒ hài lòng
($\neg A_1 \wedge A_3 \wedge \neg A_9$)	⇒ hài lòng
($\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4$)	⇒ thỏa mãn
($\neg A_4 \wedge A_5 \wedge \neg A_{10}$)	⇒ hài lòng
($\neg A_4 \wedge A_6 \wedge \neg A_{11}$)	⇒ hài lòng
($\neg A_5 \wedge \neg A_6$)	⇒ xung đột
($A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12}$)	⇒ hài lòng
($A_1 \wedge$	⇒ hài lòng
A8) ($\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13}$)	
.	

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} .., A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 , A_6 , } (Đơn vị A_5 , A_6)

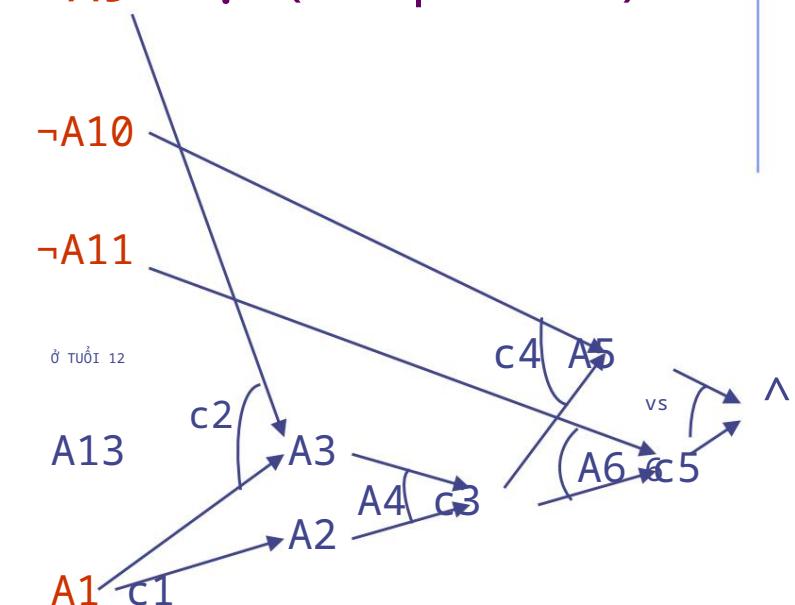
"

quay ngược hướng xung đột »: $\neg A_9$ ví dụ (tiếp theo)

$j = (\neg A_1 \wedge A_2)$	\Rightarrow hài lòng
$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge A_9)$	\Rightarrow hài lòng
$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4)$	\Rightarrow hài lòng
$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge \neg A_{10})$	\Rightarrow hài lòng
$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge \neg A_{11})$	\Rightarrow hài lòng
$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$	\Rightarrow xung đột
$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12})$	\Rightarrow hài lòng
$(A_1 \wedge$	
$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13})$	\Rightarrow thỏa mãn

., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} ., A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 ,

A_6 , } Ä tập xung đột: $\{\neg A_9, \neg A_{10}, \neg A_{11}, A_1\} (\neg A_9 \wedge \neg A_{10}$
 $\wedge \neg A_{11} \wedge A_1) \models \neg j$, $j \models (A_9 \wedge A_{10} \wedge A_{11} \wedge \neg A_1)$



Biểu đồ tham gia

\ mệnh đề mới được thêm vào: $(A_9 \wedge A_{10} \wedge A_{11} \wedge \neg A_1)$ backspace trên A1

!!

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

j =

$(\neg A_1 \wedge A_2)$ hài lòng

$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge \neg A_9)$ hài lòng

$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4)$

$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge \neg A_{10})$

$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge \neg A_{11})$

$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$

$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12})$

$(A_1 \wedge$

$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13})$

.

{ . , $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , . , $\neg A_1$ } (kết nối với $\neg A_1$)

!!

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)

$j = (\neg A_1 \wedge A_2) \Rightarrow$ thỏa mãn

$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge \neg A_9) \Rightarrow$ thỏa mãn

$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge \neg A_4)$

$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge \neg A_{10})$

$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge \neg A_{11})$

$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$

$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12}) \Rightarrow$ hài lòng

$(A_1 \wedge \dots) \Rightarrow$ hài lòng

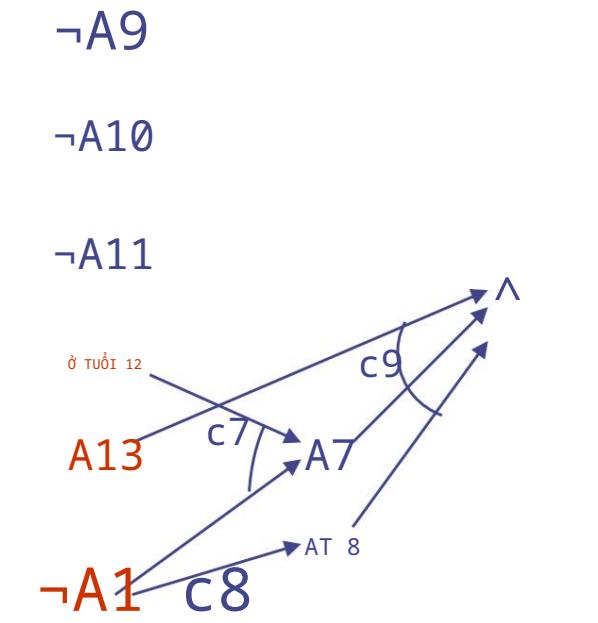
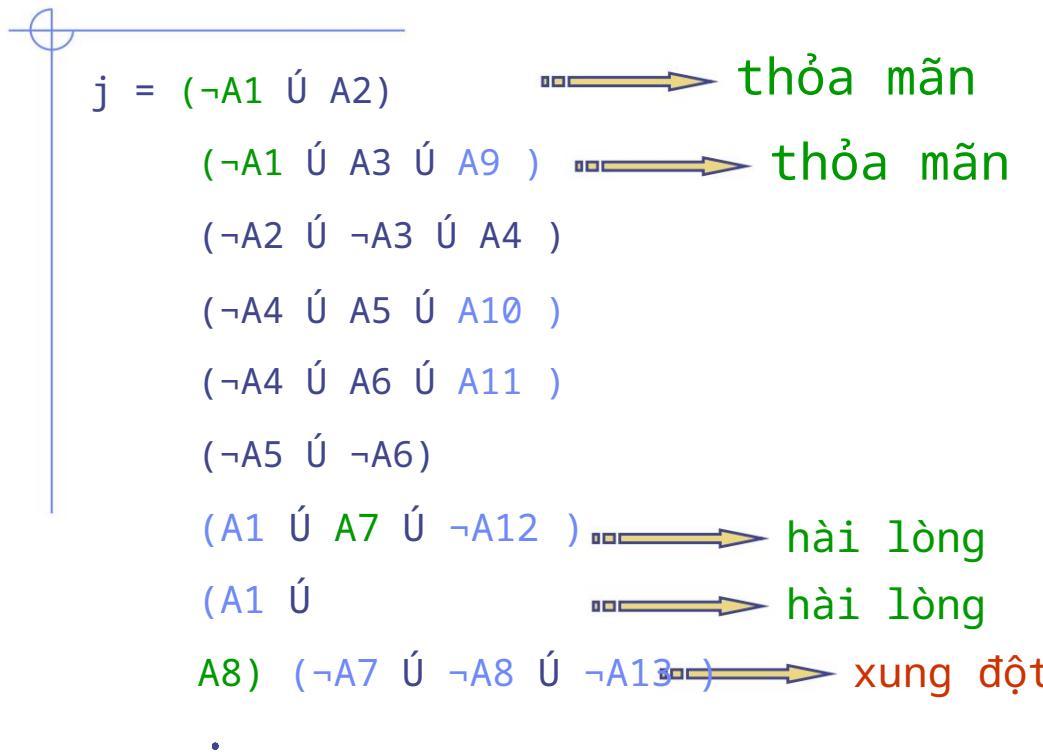
$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13}) \Rightarrow$ cuộc xung đột

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , ., $\neg A_1$, A_7 , A_8 } (Đơn vị A_7 , A_8)

"

"quay ngược hướng xung đột": Ví dụ (tiếp theo)



Biểu đồ tham gia

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , ., $\neg A_1$, A_7 ,

A_8 } Ä tập hợp xung đột: $\{A_{12}, A_{13}, \neg A_1\}$

$(A_{12} \vee A_{13} \vee \neg A_1) \models$

$\neg j$, $j \models (\neg A_{12} \vee \neg A_{13} \vee A_1)$ mệnh đề mới được thêm vào: $(\neg A_{12} \vee \neg A_{13} \vee A_1)$

"

quay ngược hướng xung đột »: Ví dụ (tiếp theo)



$j = (\neg A_1 \wedge A_2)$

⇒ thỏa mãn

$(\neg A_1 \wedge A_3 \wedge A_9)$

⇒ thỏa mãn

$(\neg A_2 \wedge \neg A_3 \wedge A_4)$

$(\neg A_4 \wedge A_5 \wedge A_{10})$

$(\neg A_4 \wedge A_6 \wedge A_{11})$

$(\neg A_5 \wedge \neg A_6)$

$(A_1 \wedge A_7 \wedge \neg A_{12})$

⇒ hài lòng

$(A_1 \wedge$

⇒ hài lòng

$A_8) (\neg A_7 \wedge \neg A_8 \wedge \neg A_{13})$

⇒ cuộc xung đột

.

{., $\neg A_9$, $\neg A_{10}$, $\neg A_{11}$, A_{12} , A_{13} , ., $\neg A_1$, A_7 , A_8 }

Thêm mệnh đề được thêm vào:

$(A_9 \wedge A_{10} \wedge A_{11} \wedge$

$\neg A_1) (\neg A_{12} \wedge \neg A_{13} \wedge A_1)$



$(A_9 \wedge A_{10} \wedge A_{11} \wedge \neg A_{12} \wedge \neg A_{13})$

}

Xóa lùi trên A_{13}

Đơn giản hóa

w được thực hiện theo công thức ban đầu (tiền xử lý)

n Giải pháp hạn chế :

- thực hiện tất cả các độ phân giải có độ dài $\leq K$ (nói chung là $k \leq 2$)

Ví dụ: - let w1 = (\neg tại ú b ú c), w2 = (tại ú b)

cộng r = (b ú vs)

- cho w1 = (\neg tại ú b), w2 = (tại ú b)

cộng r = (b)

- giải quyết giữa w1 và w2 nếu $|r| \leq \max(|w1|, |w2|)$

Ví dụ: Cho w1 = (\neg tại ú b ú c), w2 = (tại ú d)

cộng r = (b ú vs_d)

Đơn giản hóa

w Loại bỏ các điều khoản và biến

n nếu $(X \neg -)$, $(\neg X \neg)$ sau đó và X và tương đương, $(X \neg \neg)$

w loại bỏ \neg , thay thế nó bằng w X

loại bỏ các mệnh đề thỏa mãn

n sử dụng tinh vân con 2-CNF để xác định các ký tự tương đương,
liên quan đến nghĩa đen,

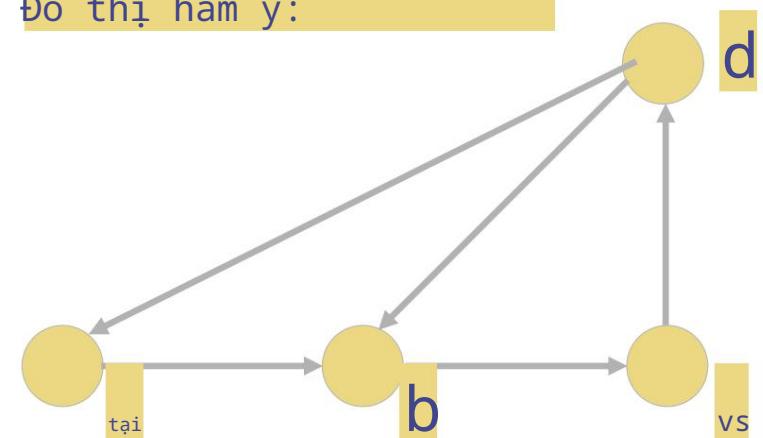
$(\neg a \rightarrow b) (\neg b \rightarrow c) (\neg c \rightarrow d) (\neg d \rightarrow b) (\neg d \rightarrow a)$

◦ $(a \oplus b) (b \oplus c) (c \oplus d) (d \oplus b) (d \oplus a)$

a, b, c và d tương đương với nhau bằng hai

\ thay thế tất cả các biến bằng một

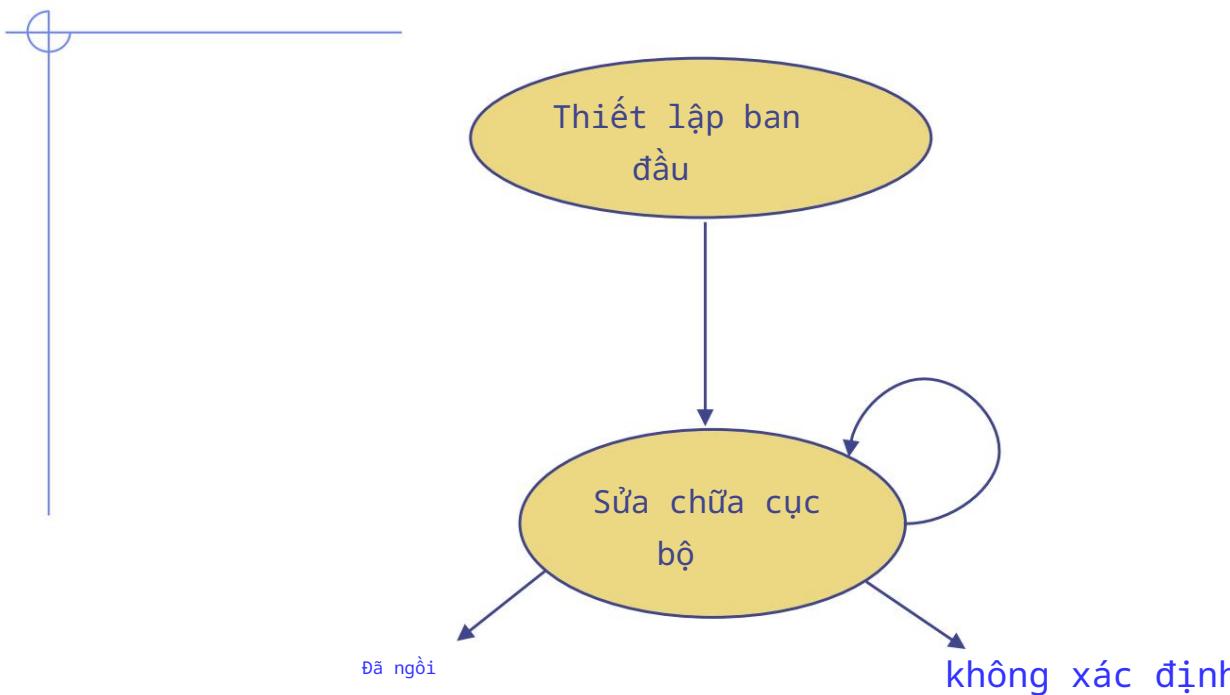
Đồ thị hàm ý:





Algorithmes incomplets

Tìm kiếm cục bộ (RL)



HOẶC:

Ø Ủ mô phỏng [Kirpatrick-et al.:83] Ø

Taboo [Glover: 89] Ø ...

SAT / CSP:

Ø Phương pháp đảo ngược [Dunham-Wang: 76] Ø

SAT1 [Gu: 87], QS [Minton: 88] Ø SAD [Hansen-

Juamard: 90] (Max-Sat) Ø ĐIỂM [Chabrier-et

al.:91], Ø GSAT [Selman-et al.:92] , ...

...



Tìm kiếm cục bộ: các định nghĩa cơ bản



- w Không gian tìm kiếm: tất cả các diễn giải (hoàn chỉnh)
- w Hai cách diễn giải được coi là **gần giống nhau** nếu chúng khác nhau về giá trị của một biến (khoảng cách Hamming = 1).
- w Hàm đánh giá của công thức j cho trước diễn giải I được định nghĩa bởi số lượng mệnh đề được tôt làm sai lệch, đã ghi: ($\text{điểm} (j, I)$)
- w Điểm của một biến x cho một cách diễn giải I và a công thức j ($\text{điểm} (x, j, I)$) được xác định bằng hiệu số giữa điểm của I và điểm của I' (nhận được từ I bằng cách đảo ngược giá trị của sự thật của x)



Tìm kiếm cục bộ: lược đồ cơ sở



w Tìm kiếm không có hệ thống cho một giải pháp

n thể hệ ngẫu nhiên của một diễn giải ban đầu (hoàn chỉnh) (1)

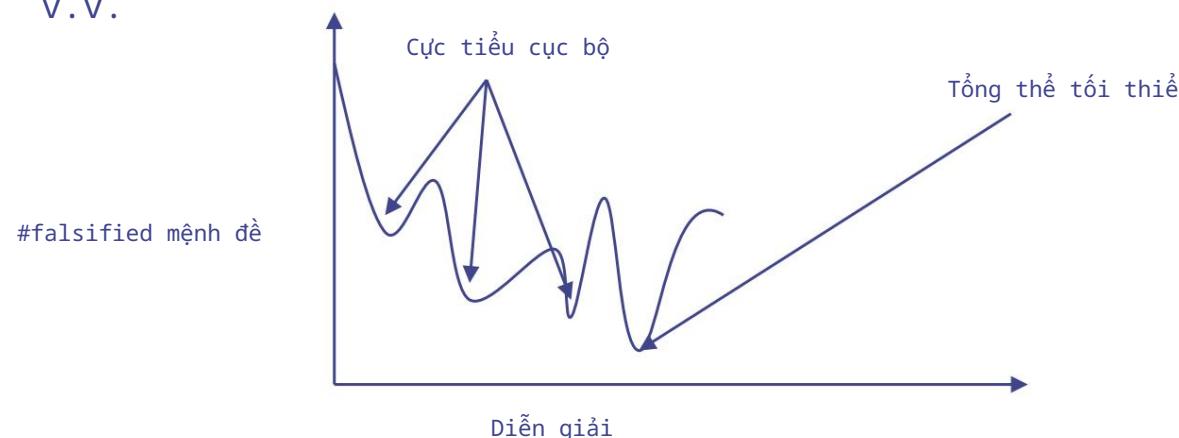
n chuyển sang cách giải thích "gần" tốt nhất,

n bằng cách cố gắng tránh và / hoặc thoát khỏi cực tiểu cục bộ:

bắt đầu lại ở (1), đi

bộ ngẫu nhiên, cầm kỵ,

v.v.





Thuật toán GSAT

Chức năng GSAT ()

for i: = 1 to maxTries do

 μ : = randAssign (j)

 cho j: = 1 đến maxFlips do

 nếu (điểm (j, μ) = 0)

 sau đó trả về true;

 else bestFlips : = hillClimb (j, μ);

 Có : = randPick (bestFlips);

 μ : = flip (Ai, μ);

chấm dứt

chấm dứt

trở lại "không bài tập thỏa mãn được tìm thấy »



GSAT: ví dụ



w Số lần tối đa lặp lại:

n ngẫu nhiên tạo ra một cách diễn giải hoàn chỉnh

n lần lặp ~~max~~Flippen là có mệnh đề bị sai lệch):

w “Flipper” một biến đáp ứng tối đa các mệnh đề bị sai
(tối đa = 0)

d) $\exists j (a + b) (\neg a + c) (\neg b + d) (\neg c +$

Rút thăm ngẫu nhiên của I

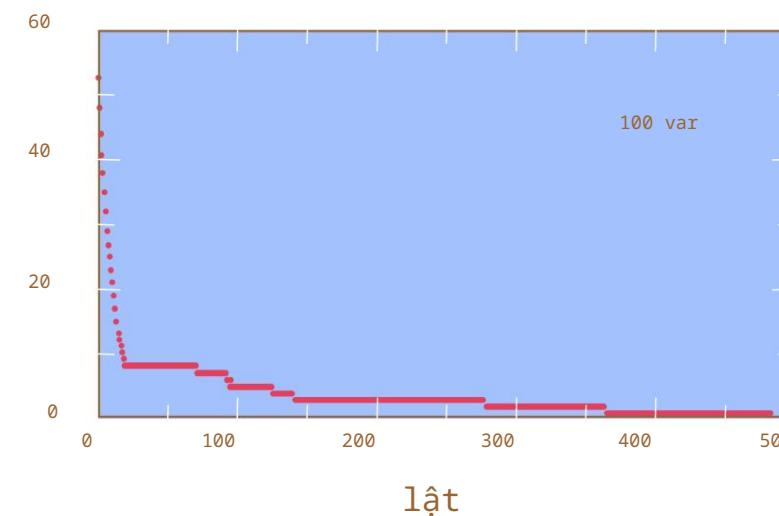
d) $\exists j (a + b) (\neg a + c) (\neg b + d) (\neg c +$

Flipper d trong tôi

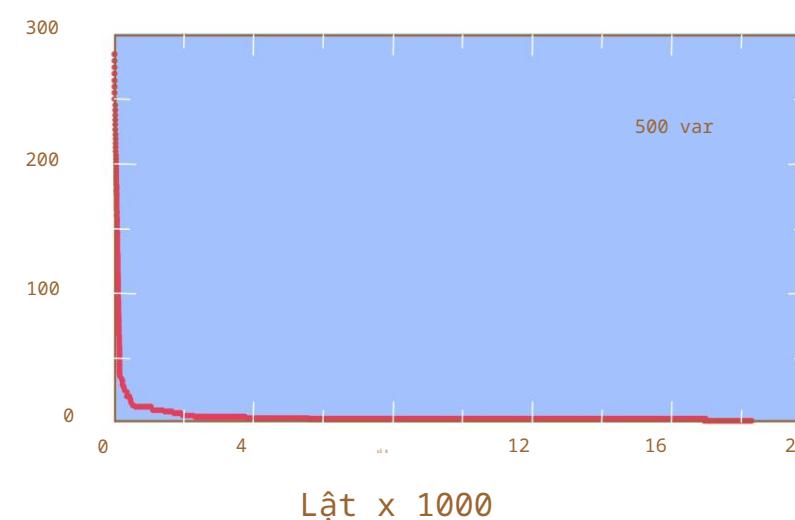
d) $\exists j (a + b) (\neg a + c) (\neg b + d) (\neg c +$

Phiên bản là hài lòng !

GSAT: không gian tìm kiếm



Lưu ý : không có thang máy



RL: Cải tiến thuật toán cốt lõi



Mục tiêu: cách nhanh chóng đạt được nhiều cao nguyên hơn (cực tiểu cục bộ)
Tháp?

Các chiến lược thoát cực tiểu cục bộ:

a) Đi bộ ngẫu nhiên
(Selman, Kautz , và Cohen 1993)

b) Phương pháp cấm kỵ
(Fred Glover 1989)

RandomWalk

w Thuật toán SAT đi bộ ngẫu nhiên:

rút ra một ngẫu nhiên 1) giải thích hoàn chỉnh

khi ~~lặp~~ lặp lại các bước trên mǎn:

Pinball ngẫu nhiên biến xuất hiện trong mệnh đề a giả mạo

w Giải quyết 2SAT trong $O(\text{không phải})$ lật. (Papadimitriou 1992)

w Không hiệu quả với k-SAT ($k \geq 3$).

Đi bộ ngẫu nhiên được sửa đổi (RWS)

- 
- 1) Với một xác suất, "đi bộ" , tức là,
phát hiện ra một biến xuất hiện trong một mệnh đề sai lệch.
 - 2) Với xác suất 1 p, "nước đi tham lam" , tức là
lật một biến thỏa mãn số mệnh đề tối đa
làm giả.

Kết quả: 3-SAT ngẫu nhiên ở ngưỡng

đi	GSAT		Sim. Ann.
	dựa trên	RWS	
100	.4	.2	.6
200	22	4	21
400	122	7	75
600	1471	35	427
800	*	286	*
1000	*	1095	*
2000	*	3255	*

Đi bộ ngẫu nhiên > GSAT cơ bản > DPLL

Các biến thể khác của GSAT

w HSAT : giống như GSAT cơ bản: sử dụng phương pháp heuristic để quyết định giữa các biến với điểm số tối đa:

n dành ít ưu tiên hơn cho biến khó hiểu gần đây nhất

w WSAT-G (p): rút ra ngẫu nhiên một mệnh đề sai c:

1. với xác suất p lật ngẫu nhiên một biến của c

2. với xác suất 1-p, sử dụng chiến lược GSAT cơ bản
(lựa chọn biến thỏa mãn số mệnh đề tối đa)

w WSAT-B (p): giống như WSAT-G, ngoại trừ trường hợp 2:

n lựa chọn biến thỏa mãn số mệnh đề mới tối đa

Các biến thể khác của GSAT

w Tính mới (p) : rút ra ngẫu nhiên một mệnh đề c:

1. lật một biến xi trong c có điểm cao nhất, trừ khi xi là biến được lật gần đây nhất trong c.
2. Trong trường hợp sau:

w với xác suất p, pinball xi w

với xác suất 1-p, pinball xk biến thứ hai của c có
điểm cao nhất

w Novelty + (p, q) : giống như Novelty,

ngoại trừ trường hợp 1. được thay thế bằng:

n với xác suất q làm phát sinh một biến xi của c (ngẫu nhiên) ...

w ...

Điều cấm kỵ đối với SAT

w Mục tiêu

- n Điều chỉnh hiệu quả các kỹ thuật RL (OR) với độ phân giải SAT
- n Loại bỏ tính ngẫu nhiên (chiếm ưu thế) trong GSAT-RWS

w Phương pháp nào? ↪ Taboo n TSAT

= GSAT + danh sách cấm (điều cấm kỵ) có kích thước cố định

danh sách bị cấm có thể được xem như một hàng đợi:

w Ở mỗi bước, không được chọn biến tiếp theo để lật từ danh sách Tabu. w Ở mỗi bước, một biến (không ổn định) đi vào hàng đợi

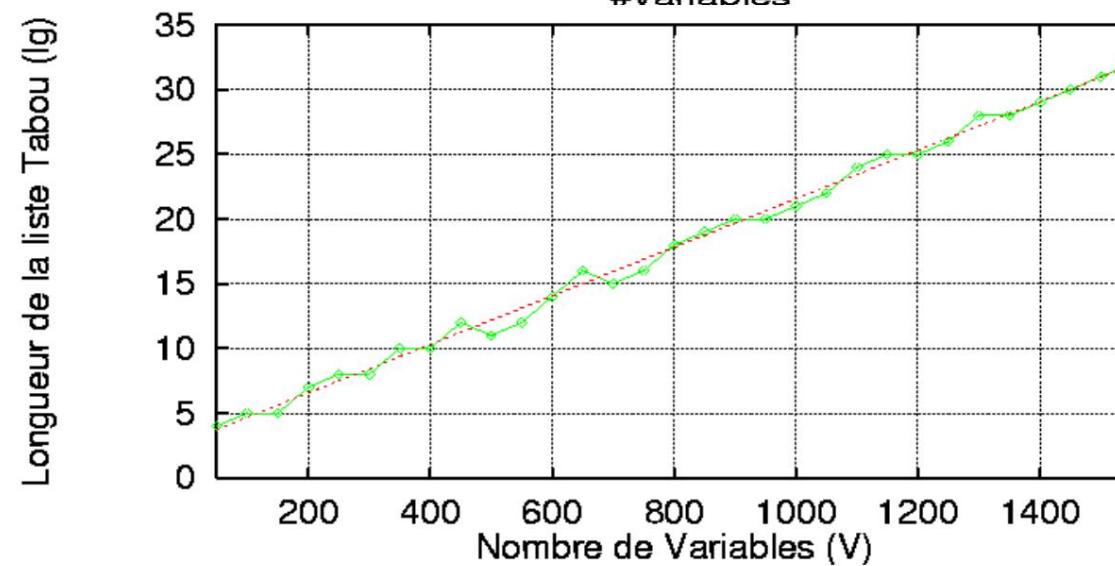
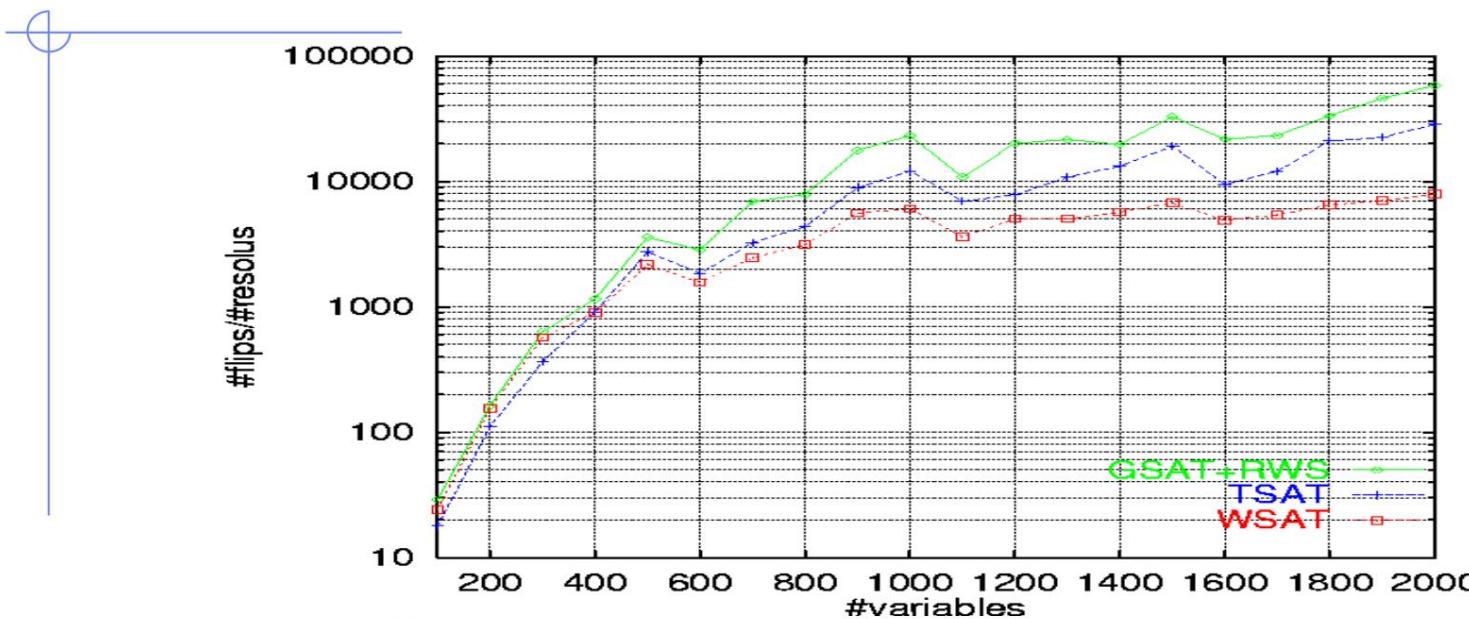
(danh sách bị cấm) và
khác ra khỏi dòng.

Ä làm cho nó có thể thoát khỏi cực tiểu cục bộ và tránh chu kỳ, ...

w Kết quả

- n Hiệu suất tốt hơn so với GSAT-RWS
- n Kích thước tối ưu của danh sách Cấm kỵ?

3-SAT ngẫu nhiên (ngưỡng)





GSAT + trọng lượng



w Nhận xét :

- n đối với một số lớp vấn đề, các lần thực thi khác nhau của GSAT dẫn đến các điều khoản giả mạo giống nhau.
- n Hoặc một lần nữa hướng tới việc khám phá lặp đi lặp lại các phần giống nhau của không gian tìm kiếm
 - Ä thực hiện một chiến lược để tránh vấn đề này?

w Sản xuất :

- n Trọng số mệnh đề: gán trọng số cho mỗi mệnh đề,
trọng số ban đầu (c) = 1 cho bất kỳ mệnh đề nào của c
- n Sau mỗi thử nghiệm, tăng khối lượng của các điều khoản đã làm sai lệch.
- n Sửa đổi chức năng tính điểm: điểm của một biến
đưa ra một diễn giải được tính theo trọng lượng của
điều khoản



Tìm kiếm địa phương: tóm tắt

w Yêu cầu công thức CNF

w Không đầy đủ: không cho phép chứng minh tính không thỏa mãn

w rất hiệu quả đối với một số vấn đề (có thể giải quyết được)

w yêu cầu không gian đa thức

w được sử dụng trong trí tuệ nhân tạo (ví dụ: lập kế hoạch)

w nhiều biến thể: GSAT-đi bộ ngẫu nhiên, WSAT, v.v.

w các biến thể được cung cấp cho các công thức không phải CNF: NC-GSAT,

DAG-SAT

Các phương pháp khác: “Ngẫu nhiên hóa & khởi động lại”

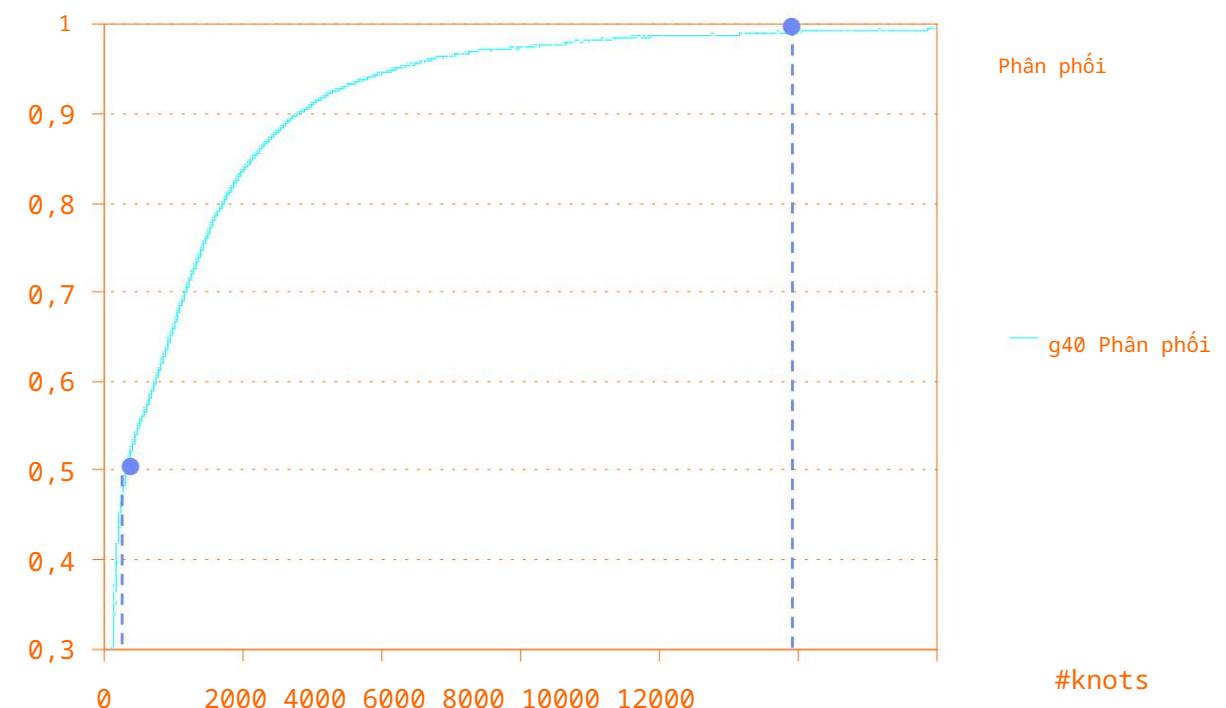


w Tìm kiếm:

n đối với một vấn đề nhất định, thời gian thực hiện khác nhau
đáng kể tùy thuộc vào heuristics và / hoặc thuật toán

Vấn đề kiểm tra mạch

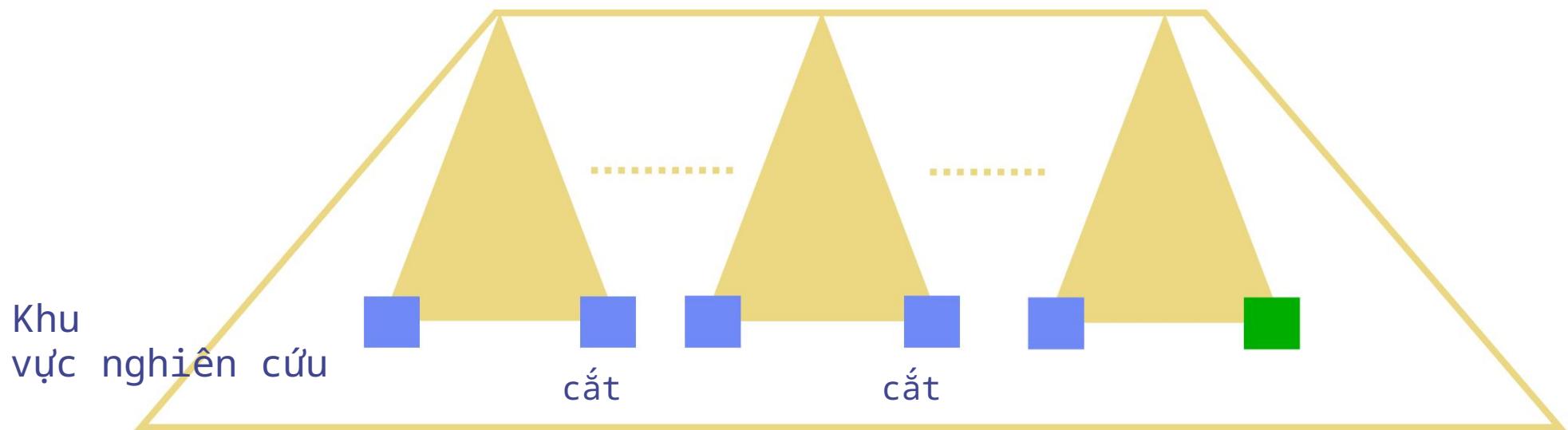
- heuristics ngẫu nhiên - 10000
lần thực hiện



Các phương pháp khác: “Ngẫu nhiên hóa & khởi động lại”

w Chiến lược:

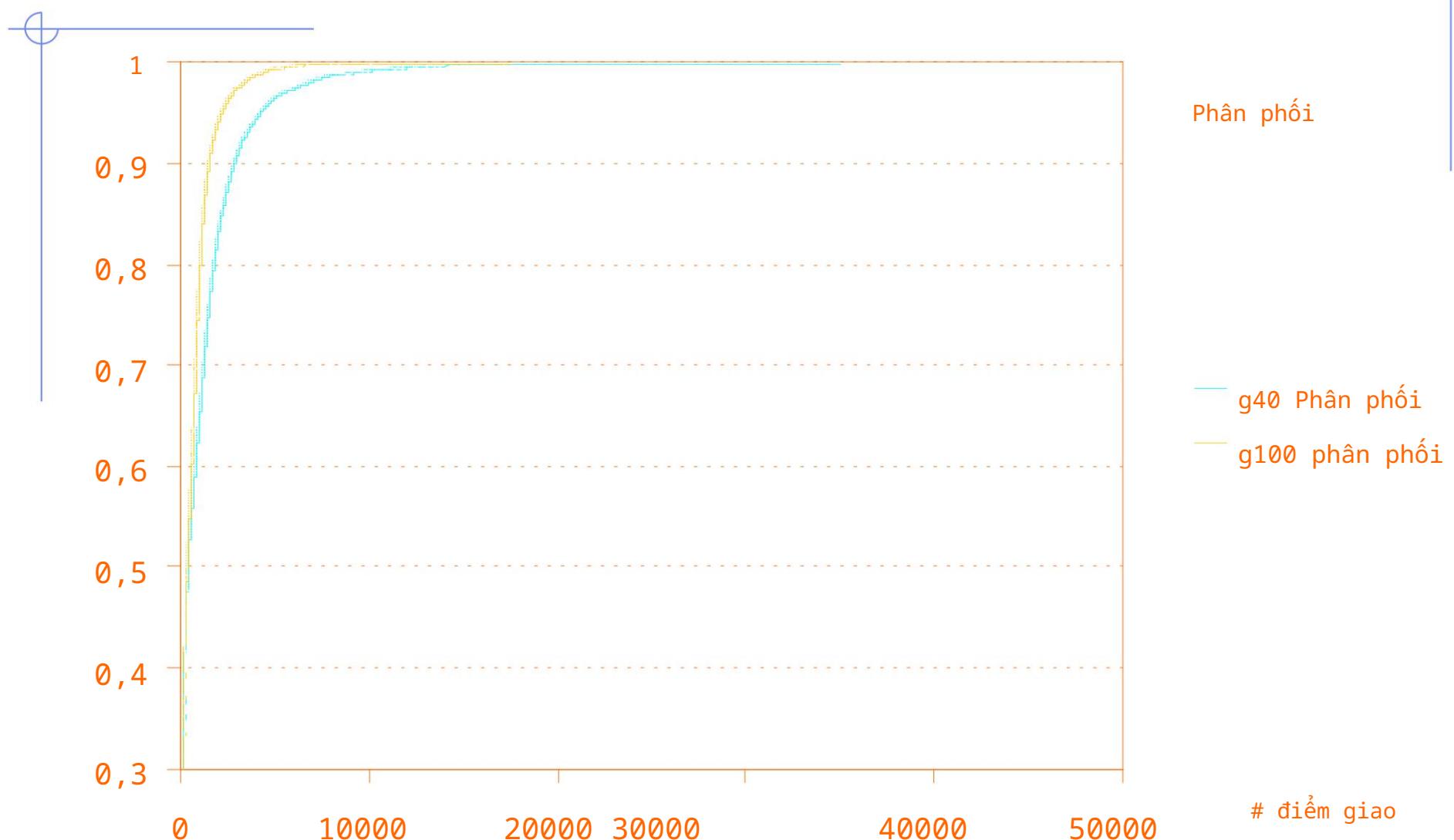
- n Ngẫu nhiên hóa sự lựa chọn thay đổi theo kinh nghiệm
- n Giới hạn số lượng nút để khám phá trên mỗi thử nghiệm”^{đường cắt lùi}
“
giá trị
- n Tiếp tục tìm kiếm mỗi khi số lượng nút > điểm cắt
 - w sử dụng phương pháp khám phá ngẫu nhiên để khám phá các phần khác nhau của không gian tìm kiếm



Các phương pháp khác: “Ngẫu nhiên hóa & khởi động lại”

- w **Khả năng hoàn thành** thuật toán
 - n tăng giá trị "giới hạn" sau mỗi lần dùng thử
- w **Bạn có thể sử dụng các kỹ thuật để xử lý lỗi**
 - n rất hữu ích để chứng minh tính không thỏa mãn
- w **Có thể sử dụng các thuật toán và / hoặc cấu hình khác nhau** thuật toán
 - n **Hoặc** , chạy K thuật toán (hoặc một cấu hình của thuật toán)
 - w đồng thời, với các bộ xử lý khác nhau, hoặc
 - tuần tự, với một bộ xử lý duy nhất
 - n **Hoặc** , tại mỗi lần thử nghiệm, hãy chọn một thuật toán khác nhau

Các phương pháp khác: “Ngẫu nhiên hóa & khởi động lại”





Méthodes mixtes



Phương pháp hỗn hợp



[Mazure-Sais-Gregoire: 95-97]

w Giải quyết các vấn đề khó khăn

Ä Không có phương pháp chung và
hiệu quả Ä Ưu điểm / nhược điểm ở Bổ sung

ở đâu

Kết hợp các phương pháp
(RO, PLC, .)

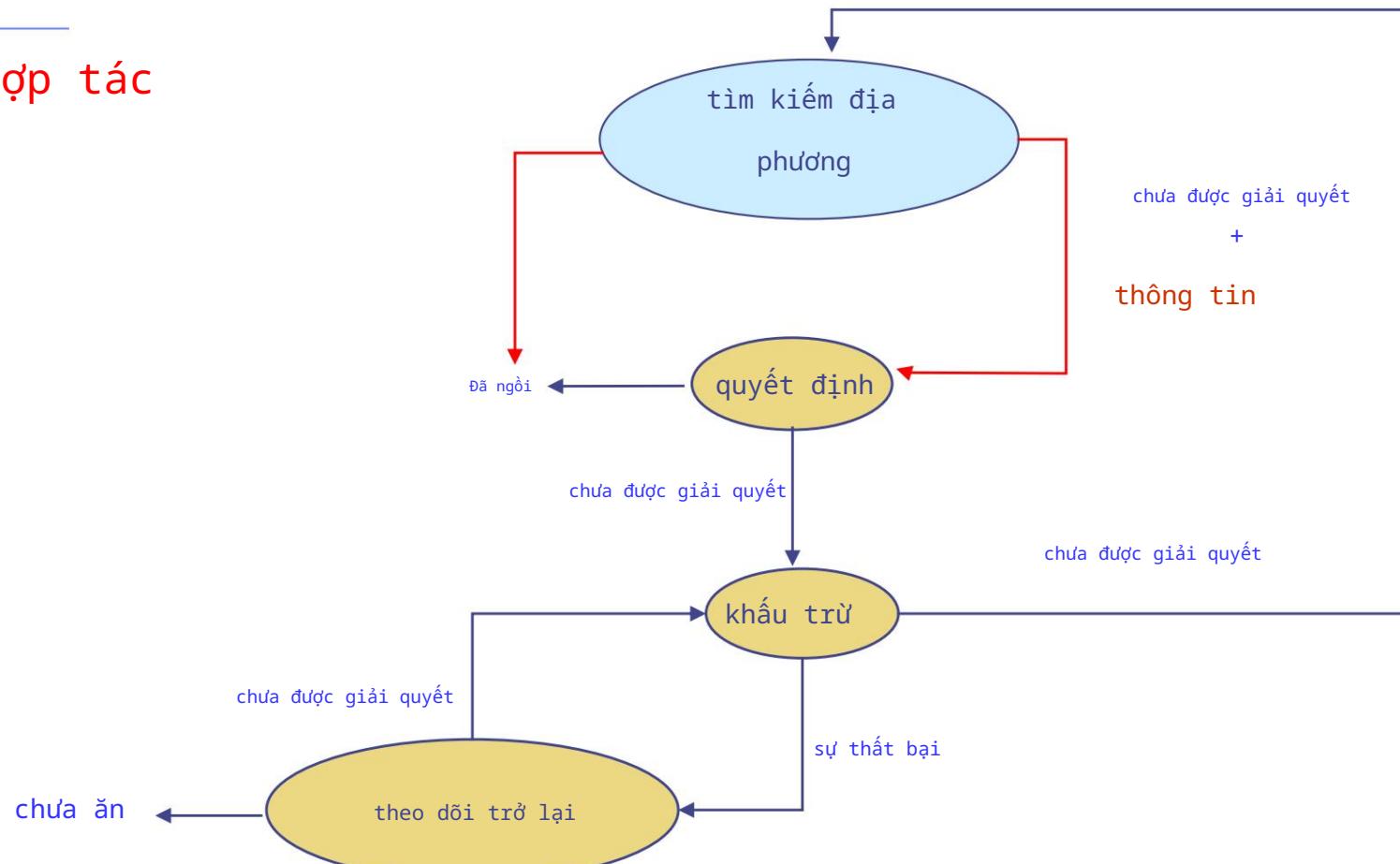
w Những phương pháp
nào? Ä Tìm kiếm / liệt kê cục bộ

w Làm thế nào?

Ä Có hoặc không hợp tác

Phương pháp kết hợp (hỗn hợp)

w Đề án hợp tác



w Các tác phẩm khác

[Castell: 97, Lobjois-Lemaître: 97, ...]

Phương pháp kết hợp (hỗn hợp)

- w Tại mỗi lệnh gọi đến thuật toán tìm kiếm cục bộ:
 - n đểm cho mỗi mệnh đề số lần nó xuất hiện sai trong quá trình tìm kiếm
 - Ã Sử dụng thông tin này để cải thiện kinh nghiệm của lựa chọn biến: ví dụ: chọn biến đã xuất hiện trên tiết kiệm sai hơn trong quá trình tìm kiếm địa phương.
- w Nội dung :
 - n Tính đầy đủ của hai chương trình được đề xuất
 - n Các phương tiện xác định sự không nhất quán
 - n Cải tiến kỹ thuật cổ điển về nhiều vấn đề

Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w Gọi $x \circledast y, z$ là toán tử "if-then-else" (ite) được định nghĩa:

$$x \circledast y, z = (x \wedge y) \vee (\neg x \wedge z)$$

Ä $x \circledast y, z$ đúng nếu x và y đúng hoặc x sai và z đúng

Các toán tử logic có thể được biểu thị bằng "ite" và hai hằng số 0 và 1.

ví dụ :

$$w \neg x \circledast 0, 1 w x \circledast$$

$$y \circledast x \circledast (y \circledast 1, 0), 1$$

$$w x \llcorner y \text{ theo } x \circledast (y \circledast 1, 0), (y \circledast 0, 1),$$

$$w x \wedge y \text{ theo } x \circledast (y \circledast 1, 0), 0$$

$$w x \vee y \text{ theo } x \circledast 1, (y \circledast 1, 0)$$

w ..

Lưu ý : n

biến (không có phủ định) chỉ xuất hiện trong điều kiện lặp. bất kỳ công thức nào cũng có thể được biểu diễn bằng "ite", 0 và 1

Ä Hình thức bình thường mới!

Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w Dạng chuẩn INF “ Dạng chuẩn If-then-else” là một

Biểu thức Boolean được xây dựng chỉ với ites và các hằng số 0
và 1, với các thử nghiệm chỉ được thực hiện trên
biến.

w Nếu j là công thức Boolean và x là biến của j thì,

$$j = x @ j [x \mid 1], j [x \mid 0]$$

(Định lý Schanom)

Ä Bằng cách áp dụng đệ quy định lý Schanom, chúng ta

có thể chuyển đổi bất kỳ công thức boolean nào thành dạng INF

w bất kỳ công thức Boolean nào tương đương với một công thức dưới
Mẫu INF

Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w Ví dụ 1:

cho một công thức boolean $j = (x_1 \ll y_1) \vee (x_2 \ll y_2)$
 bằng cách áp dụng đệ quy Th của Schanon trên các biến x_1 ,
 y_1 , x_2 , y_2 theo thứ tự ta thu được biểu thức sau:

$$j = x_1 \oplus j_1, j_0$$

$$j_0 = y_1 \oplus 0, j_{00}$$

$$j_1 = y_1 \oplus j_{11}, 0$$

$$j_{00} = x_2 \oplus j_{001}, j_{000}$$

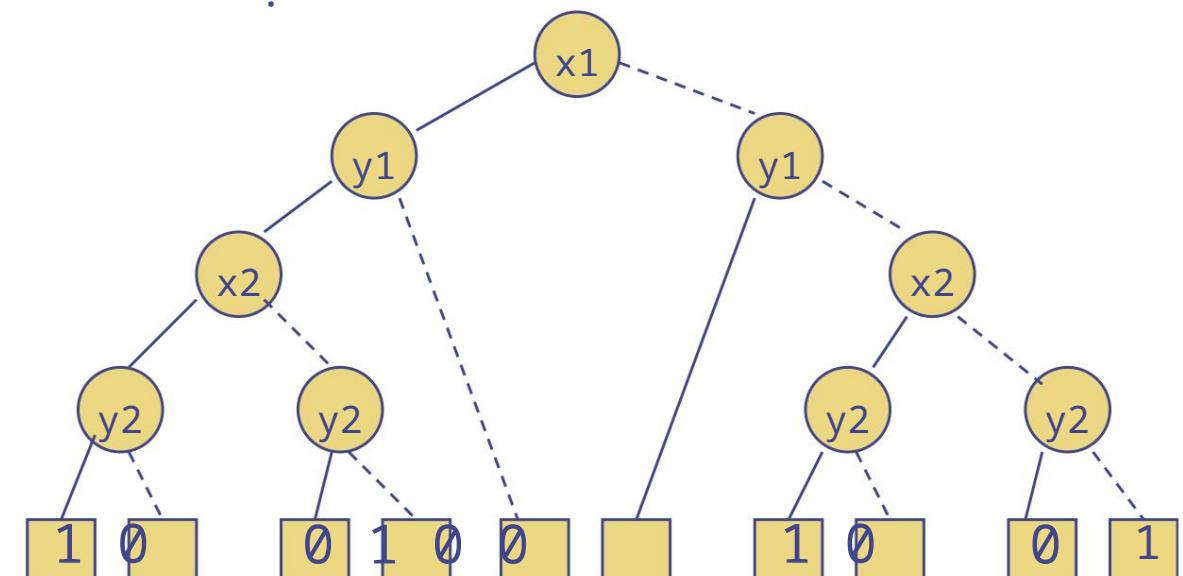
$$j_{11} = x_2 \oplus j_{111}, j_{110}$$

$$j_{000} = y_2 \oplus 0, 1$$

$$j_{001} = y_2 \oplus 1, 0$$

$$j_{110} = y_2 \oplus 0, 1$$

$$j_{111} = y_2 \oplus 1, 0$$



Cây quyết định (AD) của j

— được gắn thẻ bởi 1

- - - 1 được gắn thẻ bởi 0

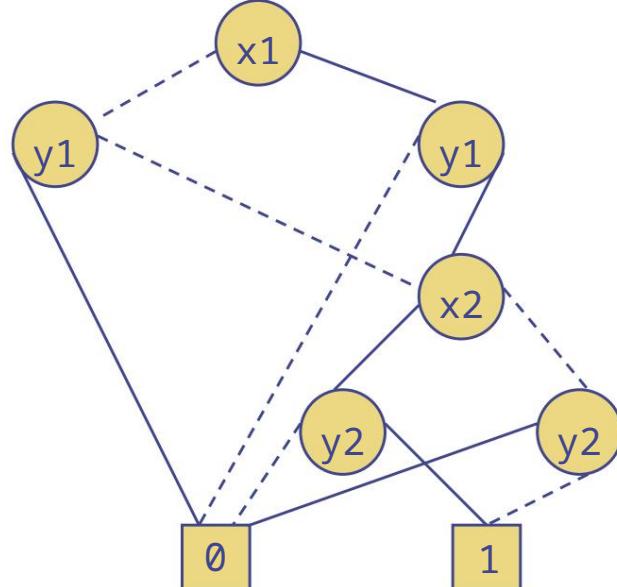
Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w Ví dụ 1 (tiếp theo):

n mỗi công thức con có thể được xem như một nút của đồ thị.

n Mỗi nút là đầu cuối (1 và 0) hoặc không phải là đầu cuối

n một nút không phải là nút đầu cuối có hai phần kế tiếp: phần sau đó của lần lặp và phần khác của lần lặp



Số lượng nút giảm đi

9 (AD) đến 6 (BDD)

Một BDD của j với thứ tự $x_1 < y_1 < x_2 < y_2$

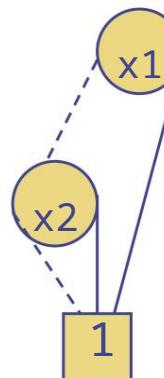
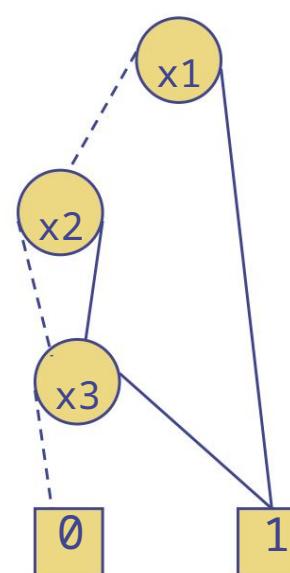
Ä cũng OBDD " Sơ đồ Quyết định Nhị phân có Thứ tự "

Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w Ví dụ 2 (OBDD với các bài kiểm tra dư thừa)



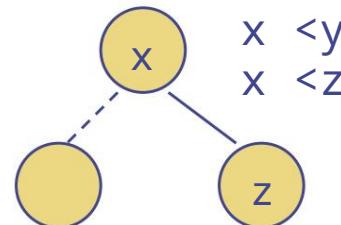
a) OBDD cho 1

b) OBDD cho 1, với
2 bài kiểm tra dư thừac) OBDD cho 1, với
1 bài kiểm tra dự phòngd) OBDD cho $x_1 \cup x_3$,
với 1 thử nghiệm dư thừa

Bằng cách loại bỏ các bài kiểm tra dư thừa trong
BDD, chúng tôi nhận được ROBDD (Giảm BDD)

Sơ đồ Quyết định Nhị phân (BDD)

w ROBDD: đặt hàng và cắt giảm



y w Định nghĩa:

n a BDD là một đồ thị xoay chiều có hướng (DAG) với:

w một hoặc hai nút cuối (không có độ bên ngoài) có nhãn 0 hoặc 1, và

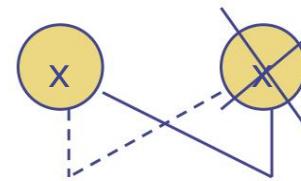
w một tập hợp các nút thay đổi (không phải đầu cuối) (có bậc 2 bên ngoài).

Mỗi nút được gắn nhãn bởi một biến u và mỗi cạnh được gắn nhãn bằng 0 (đường chấm) hoặc 1 (đường liền nét).

n Một BDD được coi là có thứ tự (OBDD) nếu trên mỗi đường đi của đồ thị, thứ tự. $\langle x_n \dots x_1 \rangle$ (tính duy nhất) nó không

biến và có cùng một kế thừa.

w (không dư thừa) các phần tử kế tiếp của một nút là khác nhau



ROBDD

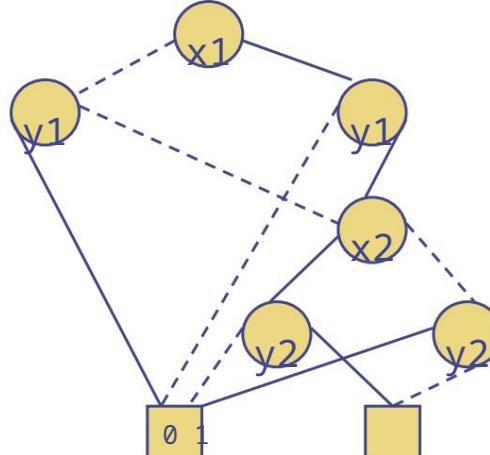
w Thuộc tính (canonicity): bất kỳ hàm Boolean nào được biểu diễn bởi chính xác một ROBDD.

Ä khi ROBDD đã được xây dựng, :

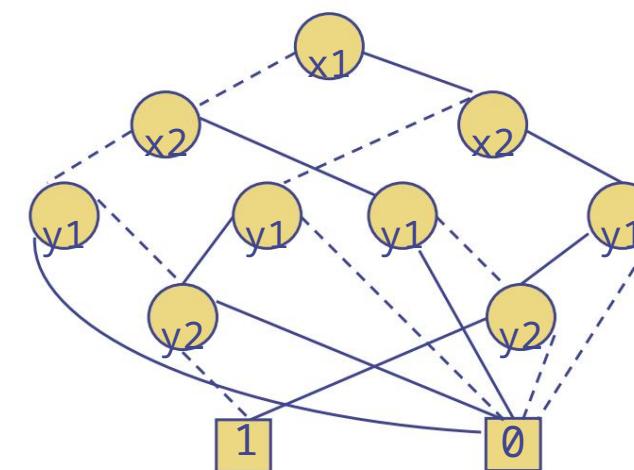
w , chúng tôi có thể kiểm tra trong thời gian không đổi nếu công thức boolean hợp lệ (ROBDD giảm xuống nút 1), không đạt yêu cầu (ROBDD giảm xuống nút 0), nếu không thì có thể thỏa mãn;

w thứ tự của các biến -> kích thước ROBDD

Ví dụ: $j = (x_1 \ll y_1) \dot{\cup} (x_2 \ll y_2)$



ROBDD (j): thứ tự $x_1 < y_1 < x_2 < y_2$



ROBDD (j): thứ tự $x_1 < x_2 < y_1 < y_2$

OBDD (cấu trúc ngầm định)

w obdd ($T, \{.\}$) = 1 w

obdd ($\wedge, \{.\}$) = 0

w obdd ($j, \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$) = if

(A_1)

sau đó obdd ($j [A_1 | 1], \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$)

khác obdd ($j [A_1 | 0], \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$)

OBDD (xây dựng gia tăng)

w obdd ($T, \{\cdot\}$) = 1

w obdd ($\wedge, \{\cdot\}$) = 0

w obdd ($j_1 \text{ op } j_2, \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$) =

obdd_merge (op,

obdd_build ($j_1, \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$),

obdd_build ($j_2, \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$),

$\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$)

w op $\in \{\cup, \cap, \ll, \circledast\}$

(RO) BDD: tóm tắt

- w Hoạt động trên bất kỳ công thức Boolean nào
- w tìm tất cả các mô hình
- w thừa số hóa các phần chung của cây tìm kiếm (DAG)
- w yêu cầu một thứ tự tiên nghiệm tĩnh (cố định) (lựa chọn quan trọng !!)
- w rất hiệu quả cho các lớp vấn đề nhất định (ví dụ: mạch)
- w yêu cầu không gian hàm mũ trong trường hợp xấu nhất
- w được sử dụng rộng rãi bởi cộng đồng thiết kế phần cứng, bị bỏ qua bởi nhà logic học, được giới thiệu gần đây trong AI