HAL
open science

Calcul du cube de skypatterns

Willy Ugarte, Patrice Boizumault, Samir Loudni, Bruno Crémilleux

To cite this version:

Willy Ugarte, Patrice Boizumault, Samir Loudni, Bruno Crémilleux. Calcul du cube de skypatterns. 11èmes Journées Francophones de Programmation par Contraintes (JFPC 2015), 2015, Bordeaux, France. hal-01627117

HAL Id: hal-01627117

https://hal.science/hal-01627117v1

Submitted on 31 Oct 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Calcul du cube de skypatterns

Willy Ugarte[1] Patrice Boizumault[1] Samir Loudni[1] Bruno Crémilleux[1]

[1] GREYC (CNRS UMR 6072),
Université de Caen Basse-Normandie, 14032 CAEN
{prénom.nom}@unicaen.fr

Abstract

In [5], we introduce skypattern cubes and propose an efficient bottom-up approach to compute them. Our approach relies on derivation rules collecting skypatterns of a parent node from its child nodes without any dominance test. Non-derivable skypatterns are computed on the fly thanks to Dynamic CSP. The bottom-up principle enables to provide a concise representation of the cube based on skypattern equivalence classes without any supplementary effort. Experiments on mutagenicity datasets show the effectiveness of our proposal.

1. Introduction

La notion de requêtes *skyline* [1] a été récemment intégrée dans la découverte de motifs pour extraire des motifs appelés *skypatterns* [4, 6]. Les skypatterns sont des motifs basés sur la notion de Pareto-dominance pour lesquels aucune mesure ne peut être améliorée sans en dégrader au moins une autre. De tels motifs sont intéressants car ils n'obligent pas à fixer de seuil sur les mesures et possèdent un très fort intérêt global.

Dans la pratique, l'utilisateur ne connait pas a priori le rôle exact de chaque mesure, et ne peut déterminer à l'avance le sous-ensemble le plus approprié de mesures. De façon similaire au cube de skylines [3], l'utilisateur aimerait disposer du *cube de skypatterns*. Chaque élément du cube est un nœud qui associe, à un sous-ensemble des mesures, son ensemble de skypatterns. De plus, l'utilisateur peut facilement repérer les sous-ensembles de mesures ayant le même ensemble de skypatterns (qui forment une classe d'équivalence).

2. Contexte et définitions

Soit $\mathcal{I}$ un ensemble de littéraux appelés *items*. Un motif est un sous-ensemble non-vide de $\mathcal{I}$. Le langage d'itemsets correspond à $\mathcal{L}_\mathcal{I} = 2^\mathcal{I}\backslash\emptyset$. Un jeu de données est un multiset de motifs appelées transactions. La Figure 1a représente un jeu de données $\boldsymbol{r}$ où chaque transaction t_i est décrite par les items notés $A, \ldots, F$.

Exemple 1. Pour le jeu de données de Fig. 1a, on a $\texttt{freq}(BC)$=5, $\texttt{area}(BC)$=10 et $\texttt{mean}(BCD.price)$=25, avec les mesures suivantes définies par :

- $\texttt{freq}(\texttt{x}) = |\{t \in \boldsymbol{r} \mid \texttt{x} \subseteq t\}|$.
- $\texttt{area}(\texttt{x}) = \texttt{freq}(\texttt{x}) \times \texttt{taille}(\texttt{x})$ où $\texttt{taille}(\texttt{x})=|\texttt{x}|$.
- $\texttt{min}(\texttt{x}.att)$ (resp. $\texttt{max}(\texttt{x}.att)$) est la plus petite (resp. grande) valeur de $\texttt{x}$ pour l'attribut att.
- $\texttt{mean}(\texttt{x}) = (\texttt{min}(\texttt{x}.att) + \texttt{max}(\texttt{x}.att))/2$.

Les skypatterns permettent d'exprimer une préférence de l'utilisateur via une relation de dominance [4].

Définition 1 (Dominance Pareto). Soit M un ensemble de mesures, un motif $\texttt{x}_i$ domine un autre motif $\texttt{x}_j$ sur M (noté $\texttt{x}_i \succ_M \texttt{x}_j$), ssi $\forall m{\in}M, m(\texttt{x}_i){\geq}m(\texttt{x}_j)$ et $\exists m \in M, m(\texttt{x}_i) > m(\texttt{x}_j)$.

Définition 2 (Skypattern et opérateur skypattern). Soit M un ensemble de mesures, un skypattern sur M est un motif non-dominé. L'opérateur skypattern est $Sky(M) = \{\texttt{x}_i \in \mathcal{L}_\mathcal{I} \mid \nexists \texttt{x}_j \in \mathcal{L}_\mathcal{I}, \texttt{x}_j \succ_M \texttt{x}_i\}$

Exemple 2. Pour $M = \{\texttt{freq}, \texttt{area}\}$, on a $Sky(M) = \{BCDE, BCD, B, E\}$ (cf Figure 1b).

Soit M un ensemble de mesures, deux motifs $\texttt{x}_i$ et $\texttt{x}_j$ sont *indistincts* sur M (noté $\texttt{x}_i{=}_M\texttt{x}_j$) ssi $\forall m{\in}M$, $m(\texttt{x}_i){=}m(\texttt{x}_j)$. $\texttt{x}_i$ et $\texttt{x}_j$ sont *incomparables* sur M (noté $\texttt{x}_i \prec\succ_M \texttt{x}_j$) ssi $(\texttt{x}_i \not\succ_M \texttt{x}_j)$ et $(\texttt{x}_j \not\succ_M \texttt{x}_i)$ et $(\texttt{x}_i{\neq}_M\texttt{x}_j)$.

Définition 3 (Skypattern incomparable). Un motif $\texttt{x} \in Sky(M)$ est incomparable sur M ssi $\forall \texttt{x}_i{\in}Sky(M)$ tel que $\texttt{x}_i \neq \texttt{x}, \texttt{x}_i \prec\succ_M \texttt{x}$.

Définition 4 (Skypattern indistinct). Un motif $\texttt{x}{\in}Sky(M)$ est indistinct sur M ssi $\exists \texttt{x}_i{\in}Sky(M)$ tel que $(\texttt{x}_i \neq \texttt{x}) \wedge (\texttt{x}_i =_M \texttt{x})$.

On peut regrouper les skypatterns indistincts.

Définition 5 (Groupe de skypatterns indistincts (GSI)). $S{\subseteq}Sky(M)$ est un GSI ssi $|S|{\geq}2$ et $\forall \texttt{x}_i, \texttt{x}_j{\in}S, (\texttt{x}_i{=}_M\texttt{x}_j){\wedge}\forall \texttt{x}_i{\in}S, \forall \texttt{x}_j{\in}Sky(M){\backslash}S, (\texttt{x}_i{\prec\succ}_M\texttt{x}_j)$.

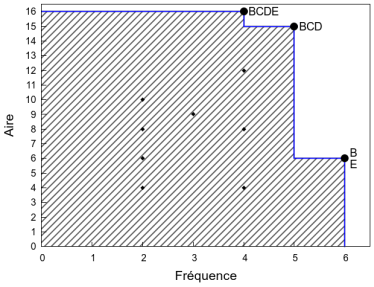
Exemple 3. Pour $M{=}\{\texttt{freq}, \texttt{area}\}$, $BCDE$ et BCD sont incomparables. B et E (indistincts) forment un GSI.

Définition 6 (Cube de skypatterns pour M). $SkyCube(M){=}\{(M_u, Sky(M_u)) \mid M_u \subseteq M, M_u \neq \emptyset\}$

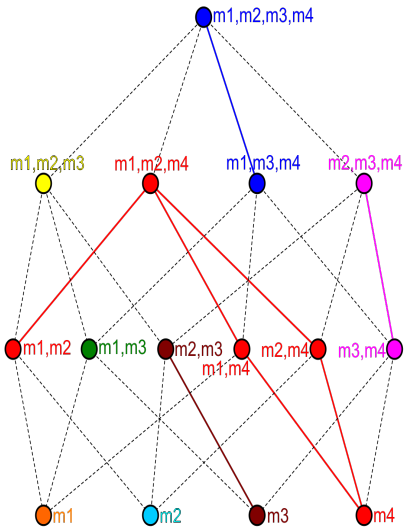
Trans.	Items					
t_1		B			E	F
t_2		B	C	D		
t_3	A				E	F
t_4	A	B	C	D	E	
t_5		B	C	D	E	
t_6		B	C	D	E	F
t_7	A	B	C	D	E	F

Item	A	B	C	D	E	F
Prix	30	40	10	40	70	55

(a) Jeu de données $\boldsymbol{r}$.



(b) Skypatterns pour M={freq, area}.



(c) Treillis associé à M.

Sous-ensemble de M	Ensemble de skypatterns
$\{m_1, m_2, m_3, m_4\}$	{BCDE, BCD, BDE, EF, BE, E}
$\{m_1, m_2, m_3\}$	{BCDE, BCD, BE, E}
$\{m_1, m_2, m_4\}$	{E}
$\{m_1, m_3, m_4\}$	{BCDE, BCD, BDE, EF, BE, E}
$\{m_2, m_3, m_4\}$	{BCDE, BDE, EF, E}
$\{m_1, m_2\}$	{E}
$\{m_1, m_3\}$	{BCDE, BCD, B, E}
$\{m_1, m_4\}$	{E}
$\{m_2, m_3\}$	{BCDE}
$\{m_2, m_4\}$	{E}
$\{m_3, m_4\}$	{BCDE, BDE, EF, E}
$\{m_1\}$	{B, E}
$\{m_2\}$	{ABCDEF, ABCEF, ABDEF, ABEF, ABCDE, ABCE, ABDE, ABE, ACDEF, ACEF, ACDE, ACE, ADEF, ADE, AEF, AE, BCDEF, BCEF, CDEF, CEF, BCDE, BCE, CDE, CE, BDEF, DEF, BDE, DE, BEF, EF, BE, E}
$\{m_3\}$	{BCDE}
$\{m_4\}$	{E}

(d) Cube de skypatterns pour M.

FIGURE 1 – $M = \{m_1 : \texttt{freq}, m_2 : \texttt{max}, m_3 : \texttt{area}, m_4 : \texttt{mean}\}$.

Exemple 4. La Figure 1c représente le treillis associé à M. La Figure 1d associe à chaque sous-ensemble non-vide de M son ensemble de skypatterns.

3. Règles de dérivation et calcul du cube

Deux règles de dérivation permettent construire de manière ascendante le cube de skypatterns, : l'une pour les skypatterns incomparables (cf. le théorème 1) et l'autre pour les GSI (cf. le théorème 2).

Théorème 1 (*Règle pour les incomparables*). Soit $M_u \subseteq M$, si $\mathtt{x}$ est un skypattern incomparable pour M_u, alors $\forall m \in M \setminus M_u$, $\mathtt{x} \in Sky(M_u \cup \{m\})$.

Théorème 2 (*Règle pour les GSI*). Soient $M_u \subseteq M$ et S un GSI pour M_u. $\forall m \in M \setminus M_u$, $\forall \mathtt{x} \in S$ t.q. $m(\mathtt{x}) = \max_{\mathtt{x}' \in S} \{m(\mathtt{x}')\}$, $\mathtt{x} \in Sky(M_u \cup \{m\})$.

Mais, ces deux règles ne permettent pas toujours de déterminer tous les skypatterns d'un nœud père à l'aide des skypatterns de ses fils.

Exemple 5. Pour $M_u = \{m_1, m_3\}$, les skypatterns dérivés sont : B, E et $BCDE$ (le motif $BCDE$ est incomparable alors que les motifs B et E sont indistincts). Mais, les deux règles ne permettent pas de déduire que $BCD \in Sky(M_u)$.

Les CSP Dynamiques permettent de calculer à la volée les skypatterns manquants (non-dérivables). Considérons la séquence $P_1, \ldots, P_n$ de CSP où chaque $P_i = (\{\mathtt{x}\}, \mathcal{L}_{\mathcal{I}}, \mathtt{q}_i(\mathtt{x}))$ et :

- $\mathtt{q}_1(\mathtt{x}) = (B \not\succ_{M_u} \mathtt{x}) \wedge (E \not\succ_{M_u} \mathtt{x}) \wedge (BCDE \not\succ_{M_u} \mathtt{x})$.
- $\mathtt{q}_{i+1}(\mathtt{x}) = \mathtt{q}_i(\mathtt{x}) \wedge (s_i \not\succ_{M_u} \mathtt{x})$ où s_i est la première solution à la requête $\mathtt{q}_i(\mathtt{x})$.

Chaque requête $\mathtt{q}_i(\mathtt{x})$ permet d'agrandir la zone de non-dominance jusqu'à ce qu'elle soit totalement déterminée, i.e. $\exists n$ t.q. $\mathtt{q}_n(\mathtt{x})$ n'a pas de solution. Mais, tous les s_i ainsi obtenus ne sont pas forcément des skypatterns pour M_u. Une étape de post-traitement doit être effectuée afin de les déterminer [6].

4. Expérimentations

Nous avons mené une évaluation expérimentale sur différents jeux de données de l'*UCI* et sur un jeu de données réel Mutagénicité [2], problème majeur dans l'évaluation des risques des substances chimiques fourni par le CERMN (`www.cermn.unicaen.fr`). Les résultats obtenus montrent l'efficacité de notre proposition et la qualité de nos règles de dérivation.

Conclusion. Nous avons conçu une méthode bottom-up efficace pour calculer le cube de skypatterns. Les expérimentations menées montrent l'intérêt de notre proposition. La navigation à travers le cube est une perspective très prometteuse.

Références

[1] S. Börzsönyi, D. Kossmann, and K. Stocker. The Skyline Operator. In *ICDE*, pages 421–430, 2001.

[2] K. Hansen and al. Benchmark data set for in silico prediction of ames mutagenicity. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 49(9) :2077–2081, 2009.

[3] C. Raïssi, J. Pei, and T. Kister. Computing Closed Skycubes. *PVLDB*, 3(1) :838–847, 2010.

[4] A. Soulet, C. Raïssi, M. Plantevit, and B. Crémilleux. Mining Dominant Patterns in the Sky. In *ICDM*, 2011.

[5] W. Ugarte, P. Boizumault, S. Loudni, and B. Crémilleux. Computing Skypattern Cubes. In *ECAI*, 2014.

[6] W. Ugarte, P. Boizumault, S. Loudni, B. Crémilleux, and A. Lepailleur. Mining (Soft-) Skypatterns using Dynamic CSP. In *CPAIOR*, pages 71–87, 2014.