Σχεδόν Βέλτιστοι Αλγόριθμοι και Αποτελέσματα Μη Προσέγγισης για την Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χριστόδουλος Φραγκουδάκης

Διδακτορική Διατριβή

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Τομέας Τεχνολογίας Πληροφορικής και Υπολογιστών

Επιβλέπων: καθηγητής Στάθης Ζάχος

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

κινητρο για τ έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

D '

εωμειρια τη:)ρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα

αιστελεσματά μη ιροσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ορατότητα

Δύο αντικείμενα είναι ορατά το ένα στο άλλο, αν υπάρχει ευθύγραμμο τμήμα που τα ενώνει και δεν τέμνει τα μεταξύ τους εμπόδια.

Ερευνητικά αποτελέσματα:

- συνδυαστικά (art gallery theorems, visibility graphs),
- αλγοριθμικά (πολύγωνα, γενικότερα επίπεδα περιβάλλοντα).

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Συνδυαστικά αποτελέσματα

Art Gallery Problem

Η κάτοψη μιας αίθουσας τέχνης είναι ένα απλό πολύγωνο με n κορυφές. Πόσοι φύλακες χρειάζονται για να καλυφθεί η αίθουσα;

Θεώρημα

[V. Chvátal, 1975, S. Fisk, 1978]

 $\lfloor \frac{n}{3} \rfloor$ «σημειακοί φύλακες» αρκούν πάντα και κάποιες φορές τόσοι ακριβώς χρειάζονται.

Εικασία

[T. Shermer, 1994]

[V. Klee, 1973]

 $\lfloor \frac{n}{4} \rfloor$ «φύλακες ακμές» αρκούν πάντα;

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

ρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Πρακτικό ενοιαφέρον

ρατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

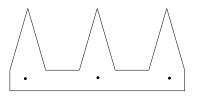
Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Πρακτικό ενδιαφέρο

Γεωμετρία τ

Πολύγωνο Ορατότητας

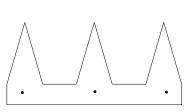
Μεγιστοποίηση της

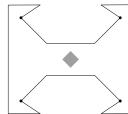
Γενικό πλαίσι

ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητα

Ορισμοί

Σύνοψη





Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Πρακτικό ενοιαφέρο

εωμετρία της Σοατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

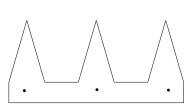
Μεγιστοποίηση της κάλυψης

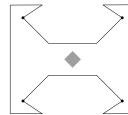
Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

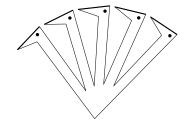
> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

ιρισμοι

Σύνοψη







Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

πρακτικό ενοιαφέρο

εωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

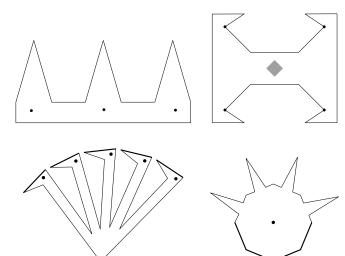
Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

> λποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητα

Αυστουή

Σύνοψη

Συνεισφορά της διατριβής



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Πρακτικό ε

εωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Δυουρουή

Σύνοψι

Αλγοριθμικά αποτελέσματα

Εύρεση «καλών» θέσεων για τους φύλακες.

Ελαχιστοποίηση του αριθμού των φυλάκων:

▶ NP-hard [D. Lee, A. Lin, 1986]

 $ightharpoonup O(\log n)$ προσέγγιση [S. Ghosh, 1987]

► NP-hard για 3-link πολύγωνα [B. Nilsson, 1995]

► APX-hard [S. Eidenbenz, 1998]

► APX-hard για 2-link πολύγωνα [Β. Brodén et al, 2001]

▶ 12-προσεγγίσιμο για μονότονα πολύγωνα [B. Nilsson, 2005]

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

D /

Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη

)ρισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Αλγοριθμικά αποτελέσματα

Μεγιστοποίηση της φύλαξης:

1 φύλακας: FPTAS,

[S. Ntafos, M. Tsoukalas, 1994]

 $m{k}$ φύλακες: O(1)-προσεγγίσιμο με μεγάλη πιθανότητα. [O. Cheong et al, 2004]

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Θεωρητικό ενδιαφέρον Ο επορητικό ενδιαφέρου (Επορευνα)

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετοία της

Ορατότητας Πολύνωνο Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

ρισμοί

Σύνοψη

Αλγοριθμικά αποτελέσματα

Μεγιστοποίηση της φύλαξης:

1 φύλακας: FPTAS,

IS. Ntafos, M. Tsoukalas, 1994l

k φύλακες: O(1)-προσεγγίσιμο με μεγάλη πιθανότητα. [O. Cheong et al. 2004]

Συνεισφορά της διατριβής:

- Ντετερμινιστικοί αλγόριθμοι.
- Μεγιστοποίηση της κάλυψης από k φύλακες.
- Φύλακες κορυφές ή ακμές.
- Απλά πολύγωνα με ή χωρίς τρύπες.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Ασύρματα Δίκτυα Επικοινωνιών

Ιδιότητες του μοντέλου

Γεωγραφική περιοχή κάλυψης:

- Απλό πολύγωνο με ή χωρίς τρύπες.
- Οι τρύπες αναπαριστούν εμπόδια ορατότητας.

Κάλυψη περιμέτρου ή εσωτερικού της περιοχής.

- Πλήρης κάλυψη με ελαχιστοποίηση σταθμών.
- Μεγιστοποίηση της κάλυψης με k σταθμούς.
 - Άνω όριο συνολικού κόστους.
 - Προτεραιότητες κάλυψης.
 - Έξυπνη διεύρυνση της περιοχής κάλυψης.

Οπτική επαφή του σταθμού με το σημείο κάλυψης.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον
Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

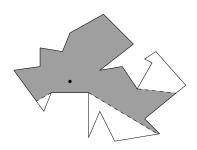
νιεγιστοποιήση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελόσμοτο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότη

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

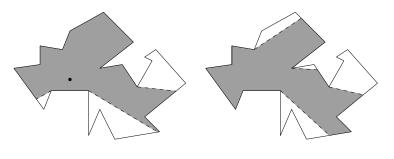
Γενικό πλαίσι

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Αυστουή

Αναγωγή

Συνοψι



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

κινητρο γ έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιοέσεις Ωοστότητο

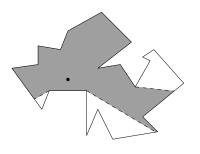
Μεγιστοποίηση της κάλυψης

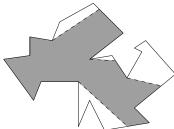
Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

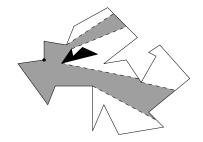
> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

ρισμοι

Σύνοψη







Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κινητρο έρευνα

> Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία της Ιρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητο

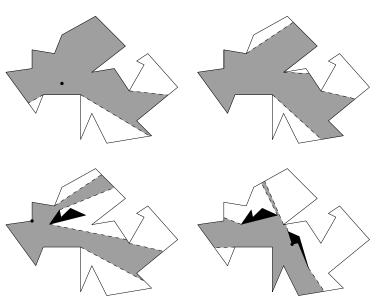
Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Αυστοπή

Σύνοψη



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία της Ιοατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

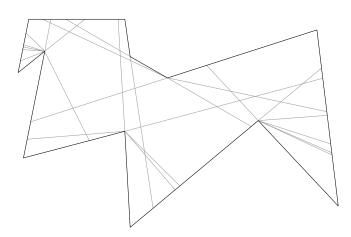
Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Σύνοωη

Συνοψη

Υποδιαιρέσεις ορατότητας



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

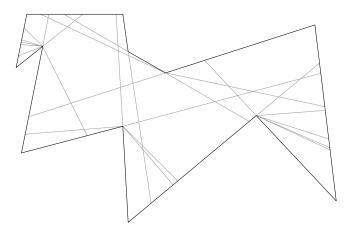
Γενικό πλαίο Αποτελέσματ

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητα

Ορισμοί Αυσνωνή

Σύνοψ:

Υποδιαιρέσεις ορατότητας



Οποιοδήποτε κομμάτι της υποδιαίρεσης δεν μπορεί να καλύπτεται μόνο μερικώς από μια κορυφή ή ακμή.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για έρευνα

> Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

)ρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητα

Αναγωγή

Σύνοψη

Ιδιότητες των υποδιαιρέσεων

Θεώρημα

[P. Bose et al, 1992, L. Guibas et al, 1991]

Κάθε ευθύγραμμα τμήμα $s \in P$ τέμνει το πολύ O(n) κρίσιμους περιορισμούς του πολυγώνου P.

- lacktriangle Υποδιαίρεση περιμέτρου $\mathcal{V}(\partial P)$: $O(n^2)$ τμήματα.
- ightharpoonup Υποδιαίρεση εσωτερικού $\mathcal{V}(P)$: $O(n^3)$ χωρία.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσμοτο

> ιοτελέσματα μη οσεγγισιμότητας

)ρισμοί Ινονονή

Σύνοψη

Ιδιότητες των υποδιαιρέσεων

Θεώρημα

[P. Bose et al, 1992, L. Guibas et al, 1991]

Κάθε ευθύγραμμα τμήμα $s \in P$ τέμνει το πολύ O(n) κρίσιμους περιορισμούς του πολυγώνου P.

- lacktriangle Υποδιαίρεση περιμέτρου $\mathcal{V}(\partial P)$: $O(n^2)$ τμήματα.
- lacktriangle Υποδιαίρεση εσωτερικού $\mathcal{V}(P)$: $O(n^3)$ χωρία.

Θεώρημα

[C. Fragoudakis, E. Markou, S. Zachos, 2005]

Ένα κομμάτι της υποδιαίρεσης καλύπτεται από μια κορυφή (ή ακμή) αν και μόνο αν επιτηρείται από την κορυφή (ή την ακμή).

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για έρευνα

εωρητικό ενδιαφέρον

εωμετρία της Σοστότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

κάλυψης Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

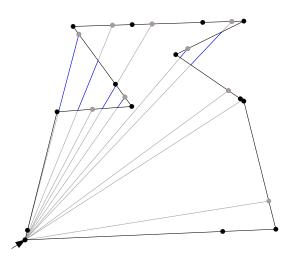
Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Αναγωγή

Σύνοψη

Κατασκευή του συνόλου $\mathcal{V}(\partial P)(v)$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρου

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίο Αποτελέσμα

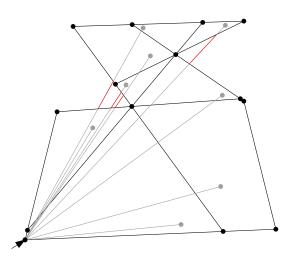
> Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Αναγωγή

Σύνοψι

Κατασκευή του συνόλου $\mathcal{V}(P)(v)$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίο Αποτελέσμα

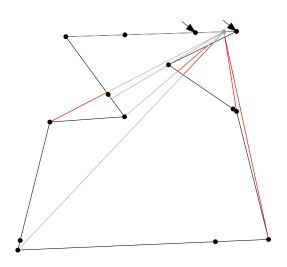
> Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

A.....

Αναγωγή

Σύνοψ:

Κατασκευή του συνόλου $\mathcal{V}(\partial P)(oldsymbol{e})$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετοία της

Taking Ossis

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση τη κάλυψης

Γενικό πλαίο Αποτελέσμαι

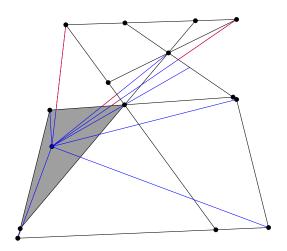
> Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αυστιστού

Σύνοψ:

Συνεισφορά της διατριβή

Κατασκευή του συνόλου $\mathcal{V}(P)(e)$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρου

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίο Αποτελέσμαι

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Σήνοιμη

Σύνοψι

Μεγιστοποίηση της φύλαξης με k φύλακες

		Φύλακες			
		Κόστος			
Φύλαξη	Μεγιστοποίηση	Κορυφές	Ακμές	Κορυφές	Ακμές
Περίμετρος	Μήκος				
	Αξία				
	Αξία + Τοποθέτηση				
Εσωτερικό	Εμβαδό				
	Αξία				
				Προϋπολογισμός	

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Γενικό πλαίσιο

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

P απλό πολύγωνο, k>0, Q σύνολο ξένων μεταξύ τους τμημάτων στη ∂P , W(q) είναι η αξία του $q\in Q$.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματο

Αποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητα

ναγωγή

Σύνοψη

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

P απλό πολύγωνο, k>0, Q σύνολο ξένων μεταξύ τους τμημάτων στη ∂P , W(q) είναι η αξία του $q\in Q$. Να τοποθετηθούν k φύλακες κορυφές (ακμές) έτσι ώστε να καλύπτουν τη μέγιστη δυνατή αξία από τα $q\in Q$.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυμης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματο

ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

νονωνή

Σύνοψη

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

P απλό πολύγωνο, k>0, Q σύνολο ξένων μεταξύ τους τμημάτων στη ∂P , W(q) είναι η αξία του $q\in Q$. Να τοποθετηθούν k φύλακες κορυφές (ακμές) έτσι ώστε να καλύπτουν τη μέγιστη δυνατή αξία από τα $q\in Q$.

BUDGETED MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

Γενίκευση του Max Value Vertex (Edge) Guard: C(p) είναι το κόστος τοποθέτησης φύλακα στη θέση $p,\ BUDGET>0.$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεορητικό ενδιαφέρου

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

> ωμετρια της ρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσμο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

τροσεγγισιμοτ: _{Ορισμοί}

Αναγωγή

Σύνοψη

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

P απλό πολύγωνο, k>0, Q σύνολο ξένων μεταξύ τους τμημάτων στη ∂P , W(q) είναι η αξία του $q\in Q$. Να τοποθετηθούν k φύλακες κορυφές (ακμές) έτσι ώστε να καλύπτουν τη μέγιστη δυνατή αξία από τα $q\in Q$.

BUDGETED MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD

Γενίκευση του Max Value Vertex (Edge) Guard: C(p) είναι το κόστος τοποθέτησης φύλακα στη θέση p, BUDGET>0. Να τοποθετηθούν k φύλακες κορυφές (ακμές) έτσι ώστε να καλύπτουν τη μέγιστη δυνατή αξία από τα $q\in Q$ και το συνολικό κόστος τοποθέτησης να μην ξεπερνά το BUDGET.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

> εωμετρία της ρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσ

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD WITH PAINTING PLACEMENT

P απλό πολύγωνο, k>0, $Q=\{l_i,w_i\}$ «παρακαταθήκη πινάκων».

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη Οραγότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματο

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

νονονή

Σύνοψη

Διάφοροι Ορισμοί

MAX VALUE VERTEX (EDGE) GUARD WITH PAINTING PLACEMENT

P απλό πολύγωνο, k>0, $Q=\{l_i,w_i\}$ «παρακαταθήκη πινάκων». Να τοποθετηθούν k φύλακες κορυφές (ακμές) και «πίνακες» από το σύνολο Q, στην περίμετρο ∂P έτσι ώστε οι φύλακες να καλύπτουν τη μέγιστη δυνατή αξία «πινάκων».

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

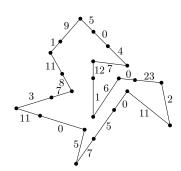
Αποτελέσματο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Στιγμιότυπα για τη μεγιστοποίηση αξίας



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Ορατοτητας Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

καποψης

Γενικό πλαίσιο

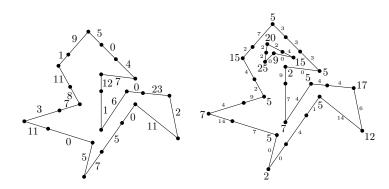
Αποτελέσμαι

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Σύνοψ

Στιγμιότυπα για τη μεγιστοποίηση αξίας



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για την έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μενιστοτιοίηση της

κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσμο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Σύνοωι

Ένα γενικό πλαίσιο

υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τ

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιομοίστιο Οραγότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματ

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψ:

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοωι

Συνεισφορά της δ

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσμοτο

ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

ιποτελέσματα μη

ρισμοί

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- \triangleright για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Γενικό πλαίσιο

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- \triangleright για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$.
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Γενικό πλαίσιο

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $\forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται
 - ▶ η F(S),

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωρητικό ενδιαφέρον

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

)ρισμοί Ινονωνή

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $\forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται
 - ▶ η F(S),
 - ightharpoonup ο λόγος $\frac{F(S)}{C(p)}$, εκτός αν $C_{tot} > BUDGET$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωουτικό ενδιαφέσον

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέστιστο

Αποτελέσματα

Αποτελεσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται
 - η F(S),
 - ightharpoonup ο λόγος $rac{F(S)}{C(p)}$, εκτός αν $C_{tot} > BUDGET$
 - ενημέρωση του συνόλου SOL

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

ιποτελέσποτο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται
 - ▶ η F(S),
 - ightharpoonup ο λόγος $rac{F(S)}{C(p)}$, εκτός αν $C_{tot}>BUDGET$
 - ενημέρωση του συνόλου SOL
- an $\exists p \text{ me } F(\mathcal{V}(p)) > F(SOL)$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωουτικό ενδιαφέρου

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυμης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - τοποθέτηση φύλακα στη θέση p που μεγιστοποιείται
 - η F(S),
 - ightharpoonup ο λόγος $rac{F(S)}{C(p)}$, εκτός αν $C_{tot} > BUDGET$
 - ενημέρωση του συνόλου SOL
- an $\exists p \text{ me } F(\mathcal{V}(p)) > F(SOL)$
 - ightharpoonup επιστρέφει $F(\mathcal{V}(p))$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατόπητας

Μεγιστοποίηση της κάλυμης

Γενικό πλαίσιο

ιποτελέσματα

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

_ .

Ένα γενικό πλαίσιο

- υπολογισμός της σχετικής υποδιαίρεσης V,
- ightharpoonup για όλες τις p, υπολογισμός του $\mathcal{V}(p)$,
- ▶ $SOL \leftarrow \emptyset$,
- επανάληψη για κάθε διαθέσιμο φύλακα:
 - $ightharpoonup \forall p: S \in \mathcal{V}(p)$ που δεν έχουν ήδη φυλαχτεί,
 - **τ**οποθέτηση φύλακα στη θέση *p* που μεγιστοποιείται
 - ▶ η F(S),
 - ightharpoonup ο λόγος $rac{F(S)}{C(p)}$, εκτός αν $C_{tot}>BUDGET$
 - ενημέρωση του συνόλου SOL
- an $\exists p \text{ me } F(\mathcal{V}(p)) > F(SOL)$
 - ightharpoonup επιστρέφει $F(\mathcal{V}(p))$
 - αλλιώς επιστρέφει F(SOL)

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωοητικό ενδιαφέρου

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατόπητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

ιποτελέσματα

Αποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ανάλυση της μεθόδου

	$F(S_l) = F(\bigcup_{i=1}^{l} S_i) - F(\bigcup_{i=1}^{l-1} S_i) \ge$			
Συνάρτηση F		Κόστη + Προϋπολογισμός		
Μήκος - Εμβαδόν - Αξία	$\frac{1}{k}(F(OPT) - F(\bigcup_{i=1}^{l-1} S_i))$	$\frac{c_l}{B}(F(OPT) - F(\bigcup_{i=1}^{l-1} S_i))$		
(NP-hard) α -προσεγγίσιμη	$\frac{\alpha}{k}(F(OPT) - F(\bigcup_{i=1}^{l-1} S_i))$	$\frac{\alpha c_l}{B}(F(OPT) - F(\bigcup_{i=1}^{l-1} S_i))$		

	$F(SOL) = F(\bigcup_{i=1}^{k} S_i) \ge$			
Συνάρτηση F		Κόστη + Προϋπολογισμός		
Μήκος - Εμβαδόν - Αξία	$(1-\frac{1}{e})F(OPT)$	$\frac{1}{2}(1-\frac{1}{e})F(OPT)$		
(NP-hard) α-προσεγγίσιμη	$(1 - \frac{1}{e^{\alpha}})F(OPT)$	$\frac{1}{2}(1-\frac{1}{e^{\alpha}})F(OPT)$		

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

ρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

. εωμετρία τ Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Λεγιστοποίηση της κάλυυσε

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας Ορισμοί

Σήνουπ

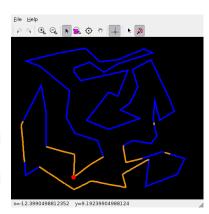
Συνεισφορά της διατριβή

Μεγιστοποίηση αξίας μαζί με τοποθέτηση

MAXIMUM VALUE VERTEX GUARD WITH PAINTING PLACEMENT

MULTIPLE KNAPSACK

- ightharpoonup Σάκοι: $s \in \mathcal{V}(\partial P)(v)$,
- ➤ Χωρητικότητες: L(s),
- $ightharpoonup rac{1}{2}$ -προσεγγίσιμο [Shmoys, Tardos, 1993]
- ► PTAS [Chekuri, Khanna, 2000]



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μ

Ορισμοί Αναγωγή

Σύνοψη

Συνεισφορά της διατριβής

Αποτελέσματα

Προσεγγιστικοί αλγόριθμοι με σταθερούς παράγοντες

		Φύλακες				
				Κόστος 2		
Φύλαξη	Μεγιστοποίηση	Κορυφές	Ακμές	Κορυφές	Ακμές	
Περίμετρος	\mathbf{M} ήκος 1	0.632		0.316		
	Αξία ¹					
	Αξία + Τοποθέτηση ³					
Εσωτερικό -	Εμβαδό 4					
	A ξία 4					

Προϋπολογισμός

- 1: [C. Fragoudakis, E. Markou, S. Zachos, 2002]
- 2: [C. Fragoudakis, E. Markou, S. Zachos, 2003]
- 3: [C. Fragoudakis, E. Markou, S. Zachos, 2005]
- 4. [I. Emiris, C. Fragoudakis, E. Markou, 2006]

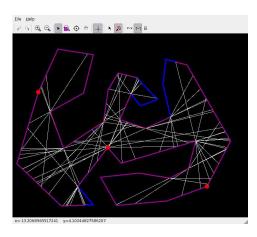
Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Αποτελέσματα

Υλοποίηση του Max Length Vertex Guard

Με χρήση του vispack



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τ

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη προσεννισιμότητας

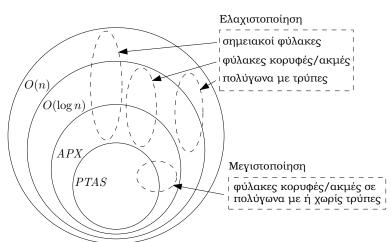
Оргодог

Σήνουι

Σύνοψ

Κατάταξη προβλημάτων μεγιστοποίησης

Ιεραρχία κλάσεων προσέγγισης



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον
Ποακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία :

Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας

Μενιστοποίηση της

κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Μια παραλλαγή του Satisfiability

MAXIMUM 5 OCCURENCE 3 SAT

 Φ είναι λογική έκφραση σε CNF όπου κάθε πρόταση (clause) αποτελείται από το πολύ 3 λεκτήματα (literals) και η κάθε μεταβλητή (variable) εμφανίζεται σε 5 το πολύ προτάσεις.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

κινητρο για · έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη Οραγότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητα

Ορισμοί Ανανωνή

Αναγωγή

Σύνοψη

Μια παραλλαγή του Satisfiability

MAXIMUM 5 OCCURENCE 3 SAT

 Φ είναι λογική έκφραση σε CNF όπου κάθε πρόταση (clause) αποτελείται από το πολύ 3 λεκτήματα (literals) και η κάθε μεταβλητή (variable) εμφανίζεται σε 5 το πολύ προτάσεις. Να βρεθεί μια απονομή αλήθειας για τις μεταβλητές της Φ έτσι ώστε ο αριθμός των προτάσεων που ικανοποιούνται να είναι μέγιστος.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κινητρο για έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Meyigroπoingn inc

Μεγιστοποιηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτολόσμοτο

Αποτελέσματα μη τροσεγγισμότητα

Ορισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Μια παραλλαγή του Satisfiability

MAXIMUM 5 OCCURENCE 3 SAT

 Φ είναι λογική έκφραση σε CNF όπου κάθε πρόταση (clause) αποτελείται από το πολύ 3 λεκτήματα (literals) και η κάθε μεταβλητή (variable) εμφανίζεται σε 5 το πολύ προτάσεις. Να βρεθεί μια απονομή αλήθειας για τις μεταβλητές της Φ έτσι ώστε ο αριθμός των προτάσεων που ικανοποιούνται να είναι μέγιστος.

Θεώρημα

[S. Arora, 1997]

Είναι NP-hard να αποφασίσουμε, αν για ένα I του Max-5Occ-3Sat με m προτάσεις ισχύει $\mathit{OPT}(I) = m$ ή $\mathit{OPT}(I) < (1-\epsilon)m$.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσματα μ

προσεγγισιμότητας

Ορισμοί Αναγωγή

Αναγωγη

Σύνοψη

Αναγωγή διατήρησης χάσματος

Πολυωνυμική αναγωγή ενός I του Max-5Occ-3Sat σε ένα I' του Max Length Vertex Guard έτσι ώστε:

Δεν υπάρχει προσεγγιστικός αλγόριθμος για το πρόβλημα Max Length Vertex Guard με παράγοντα προσέγγισης:

$$R = \frac{L'(I')}{U'(I')}$$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα μη

Ορισμοί

Σήνομιη

Σύνοψη

Κατασκευή του στιμιοτύπου

Από το Max-5Occ-3Sat στο Max Length Vertex Guard

- Κατασκευή περιγραμμάτων για κάθε:
 - λέκτημα,
 - πρόταση,
 - μεταβλητή.
- Σύνδεση των περιγραμμάτων.
- Ορισμός διακεκριμένης κορυφής.
- Τοποθέτηση του απαραίτητου αριθμού φυλάκων.

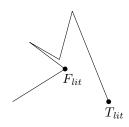
Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Αναγωγή

Περίγραμμα λεκτημάτων

$$\Phi = \begin{pmatrix} x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} \neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4 \end{pmatrix}$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα ενδιαφέρου

Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσι Αποτελέσματο

> Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψι

$$\Phi = \begin{pmatrix} x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} \neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3 \end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix} x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4 \end{pmatrix}$$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

P------

Ορατότητας Πολίγωνο Ορατόπητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητο

Μεγιστοποίηση τη κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

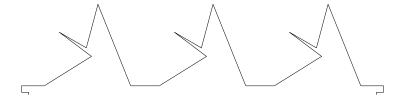
Αποτελέσματα μη

ροσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψι

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον
Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τ Ωρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

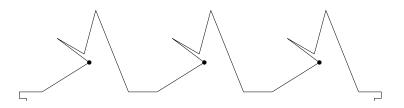
Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Αναγωγή

Σύνοψη

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

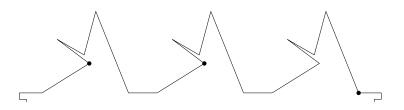
Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Ανδιαφέρου

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τι Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

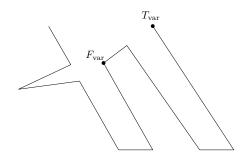
ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Αναγωγή

Σύνοψη

Περίγραμμα μεταβλητών

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

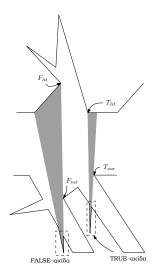
> ιποτελέσματα μη ιροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Αναγωγή

Σήνου

Ακίδες για ένα αρνητικό λέκτημα

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητα

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

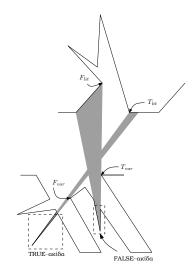
Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψ

Ακίδες για ένα θετικό λέκτημα

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τι Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίο Αποτελέσμαι

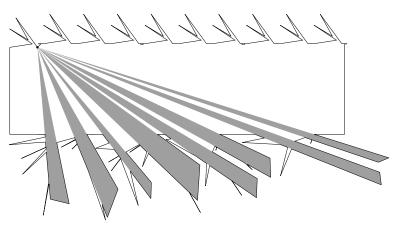
Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψ

Το τελικό πολύγωνο

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

X. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για την έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

εωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσμου

Αποτελέσματ

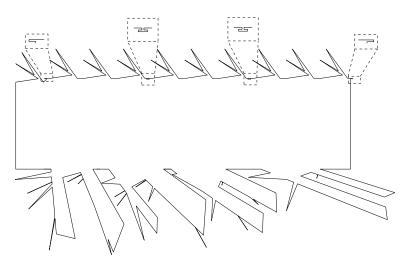
προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψ

Το τελικό πολύγωνο

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για την έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τι

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα

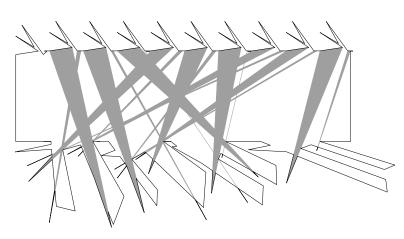
Ορισμοί

Αναγωγή

Συνοψ

Το τελικό πολύγωνο

$$\Phi = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (x_1 \vee x_2 \vee \neg x_4)$$



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Αναγωγή

Μετασχηματισμός μιας εφικτής λύσης

Από την απονομή αλήθειας στην τοποθέτηση φυλάκων

Τοποθετούμε k = l + n + 1 φύλακες στις κορυφές του πολυγώνου:

- 1 φύλακας στη διακεκριμένη κορυφή,
- 1 φύλακας σε κάθε περίγραμμα μεταβλητής,
- 1 φύλακας σε κάθε περίγραμμα λεκτήματος.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Αναγωγή

Μετασχηματισμός μιας εφικτής λύσης

Από την τοποθέτηση των φυλάκων στην απονομή αλήθειας

Μετακινούμε τους φύλακες έτσι ώστε να έχουμε:

- 1 μόνο φύλακα στη διακεκριμένη κορυφή,
- 1 μόνο φύλακα σε κάθε περίγραμμα μεταβλητής,
- 1 μόνο φύλακα σε κάθε περίγραμμα λεκτήματος.

Μετά τη μετακίνηση ισχύει ότι:

- Καλύπτεται μήκος τουλάχιστο όσο και πριν.
- Ισως να μην καλύπτονται μερικές «κοντές» ακμές.
- ightharpoonup Συνεπής τοποθέτηση στις F_{lit} , T_{lit} , F_{var} , T_{var} .

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

> ωμετρια της ρατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

Αποτελέσμα

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Σύνοψη

Ανάλυση της αναγωγής

Η αναγωγή διατηρεί το χάσμα:

$$\begin{aligned} & \textit{OPT}(\textit{I}) = \textit{m} & \rightarrow & \textit{OPT}(\textit{I}') = \textit{L}(\partial \textit{P}) \\ & \textit{OPT}(\textit{I}) < (1 - \epsilon) \textit{m} & \rightarrow & \textit{OPT}(\textit{I}') < (1 - 8\epsilon m \frac{\textit{L}(e_{\textit{short}})}{\textit{L}(\partial \textit{P})}) \textit{L}(\partial \textit{P}) \end{aligned}$$

Δεν υπάρχει πολυωνυμικού χρόνου προσεγγιστικός αλγόριθμος με παράγοντα προσέγγισης:

$$R \ge 1 - \frac{8\epsilon L(e_{short})}{3L_v + 3L_l + 6L_s + L_c + L_r}$$

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας Υποδισμοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο

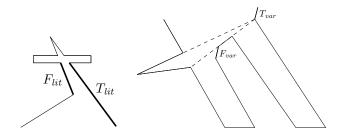
Αποτελέσματα μι

προσεγγισιμότητας Ορισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Περιγράμματα για φύλακες ακμές



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωουτικό ενδιαφέρου

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατόπητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσι Αποτελέσματο

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

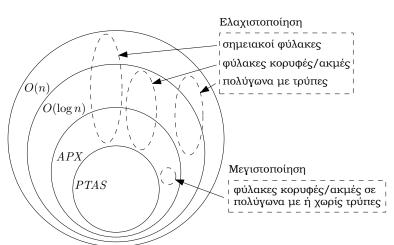
Αυστοπή

Αναγωγή

Σύνοψη

Τελική κατάταξη προβλημάτων μεγιστοποίησης

Ιεραρχία κλάσεων προσέγγισης



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κινητρο για έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τ

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιομοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα

Αποτελεσματα μη προσεγγισιμότητας

Αναγωγή

Crinoun

Σύνοψη

Συνεισφορά της διατριβής

Παραλλαγές του προβλήματος φύλαξης της αίθουσας τέχνης

- Ορατότητα πολυγώνων:
 - υποδιαιρέσεις ορατότητας,
 - ιδιότητες των υποδιαιρέσεων.
- Μεγιστοποίηση της φύλαξης:
 - ρεαλιστικό πλαίσιο (ασύρματα δίκτυα),
 - προσεγγιστικοί αλγόριθμοι,
 - σταθεροί παράγοντες προσέγγισης,
 - πρακτικά κοντά στο βέλτιστο.
- Αναγωγές διατήρησης χάσματος:
 - η μεγιστοποίηση κάλυψης δεν επιδέχεται PTAS
- ▶ Υλοποιήσεις: vispack
 - ightharpoonup υλοποιεί την υποδιαίρεση της ∂P ,
 - ▶ επεκτείνει τη βι6λιοθήκη CGAL (http://www.cgal.org).

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεορητικό ενδιαφέρουση

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

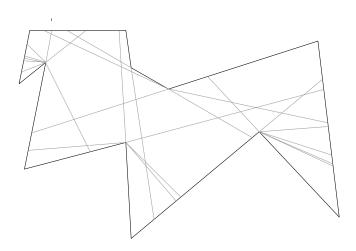
λποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητας _{Ορισμοί}

Αναγωγή

Σύνοψη

Συνεισφορά της διατριβής

[B. Aronov et al, 2002]



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον
Ποακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

Γενικό πλαίσιο

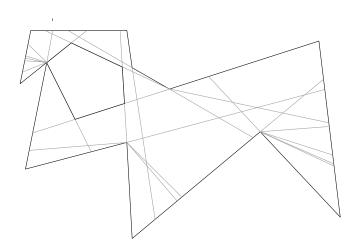
ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψ

Συνεισφορά της διατριβή

[B. Aronov et al, 2002]



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

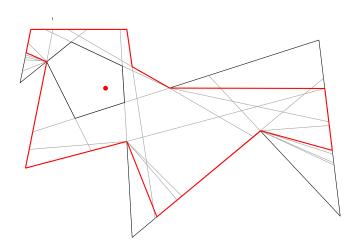
> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψι

Συνεισφορά της διατριβής

[B. Aronov et al, 2002]



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Γεωμετρία της Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσι Αποτελέσμοτο

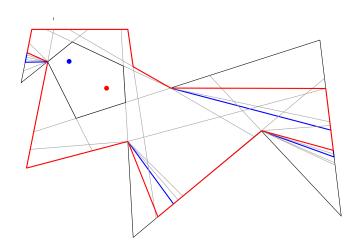
> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί

Σύνοψη

Συνεισφορά της διατριβή

[B. Aronov et al, 2002]



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Ορατότητας Πολύνωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

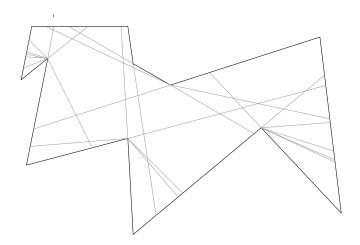
Γενικό πλαίσι

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψ:

Συνεισφορά της διατριβής



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιοέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

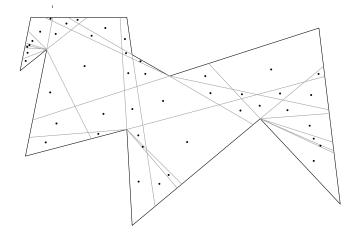
Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψι

Σιμειστορά της διατοιβή



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τι

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

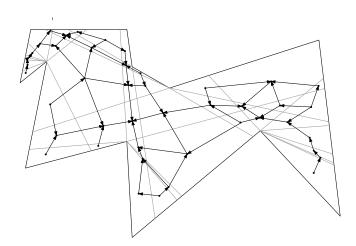
Γενικό πλαίσ Αποτελέσμου

> Αποτελέσματα μη τροσεγγισιμότητα

Ορισμοί Ανανωνή

Σύνοψ

Συνεισφορά της διατριβής



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για την έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Πολύγωνο Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της

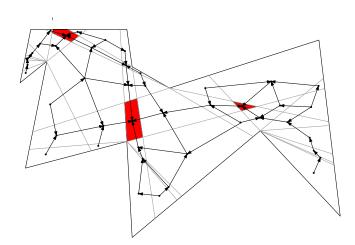
Γενικό πλαίσι Αποτελέσμοτο

Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητα

Αναγωγή

Σύνοψ

Συνεισφορά της διατριβή



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Κίνητρο για την έρευνα

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία τη

Ορατότητας Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

Αποτελέσματα

Αποτεκευματά μη προσεγγισιμότητας ^{Ορισμοί}

Αναγωγή

Σύνοψ:

Συνεισφορά της διατριβής

Ανοιχτά προβλήματα

- Διερεύνηση των υποδιαιρέσεων ορατότητας.
- Φύλακες στο εσωτερικό του πολυγώνου.
- Χαλαροί (;) παράγοντες προσέγγισης.
- Μεγιστοποίηση της κάλυψης για γενικούς φύλακες.
- ▶ Προσέγγιση για το Minimum Vertex Guard.
- Υλοποιήσεις.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Ανδιαφέρου

Θεωρητικό ενδιαφέρον Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Μενιστοποίηση της

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

ρισμοί ρισμοί

Αναγωγή

Σύνοψη

Δημοσιεύσεις



Christodoulos Fragoudakis, Euripides Markou and Stathis Zachos.

Maximizing the guarded boundary of an Art Gallery is APX-complete.

Computational Geometry: Theory and Applications, In Press, Accepted Manuscript, 2007.



Ioannis Emiris, Christodoulos Fragoudakis, and Euripides Markou.

Maximizing the guarded interior of an Art Gallery.

In 22nd European Workshop on Computational Geometry, 2006.



Christodoulos Fragoudakis, Euripides Markou, and Stathis Zachos.

How to place efficiently guards and paintings in an Art Gallery.

In 10th Panhellenic Conference on Informatics.

Lecture Notes in Computer Science, volume 3746, pages 145-154, Springer, 2005



Euripides Markou, Stathis Zachos and Christodoulos Fragoudakis.

Budgeted coverage of a maximum part of a polygonal area.

In 1st Balkan Conference in Informatics, 2003.



Euripides Markou, Stathis Zachos, and Christodoulos Fragoudakis.

Maximizing the guarded boundary of an Art Gallery is APX-complete.

In 5th Italian Conference on Algorithms and Complexity,

Lecture Notes in Computer Science, volume 2653, pages 24-35, Springer, 2003.



 $Euripides\ Markou,\ Christodoulos\ Fragoudakis\ and\ Stathis\ Zachos.$

Approximating visibility problems within a constant.

In 3rd Work. on Approximation and Randomization Algorithms in Communication Networks, 2002.

Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

Σινητρο για τι ερευνα

θεωρητικό ενδιαφέρον

Γεωμετοία της

Ορατότητας

Πολύγωνο Ορατότητας Υποδιαιρέσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσιο Αποτελέσματα

> ποτελέσματα μη ροσεγγισιμότητας

νανωνή

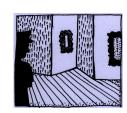
Αναγωγη

Συνοψη

Συνεισφορά της διατριβής

ΤΕΛΟΣ

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας!



Κάλυψη Πολυγωνικών Περιοχών

Χ. Φραγκουδάκης cfrag@cs.ntua.gr

έρευνα Θεωρητικό ενδιαφέρο

Πρακτικό ενδιαφέρον

Γεωμετρία της

Πολύγωνο Ορατότητας

Υποδιαιρεσεις Ορατότητας

Μεγιστοποίηση της κάλυψης

Γενικό πλαίσ Αποτελέσματ

> Αποτελέσματα μη προσεγγισιμότητα

Ορισμοι Ανανωνή

Σύνοψη