

Συστήματα Επιχειρηματικής Ευφυΐας

Τα προβλήματα school timetabling, University course timetabling και Exam timetabling

Πέμπτη Διάλεξη - Περιεχόμενα (1)

1. Το πρόβλημα school timetabling

- ❑ Ορισμός του προβλήματος
- ❑ πολυπλοκότητα του προβλήματος
- ❑ Ο διεθνής διαγωνισμός
- ❑ Αρχεία δεδομένων της ελληνικής πραγματικότητας
- ❑ Οι μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος
- ❑ Μια εκδοχή του προβλήματος για την ελληνική πραγματικότητα
- ❑ Μια ενδεχόμενη αναπαράσταση των πιθανών λύσεων

Πέμπτη Διάλεξη - Περιεχόμενα (2)

2. Το πρόβλημα University Course timetabling

- ❑ Ορισμός του προβλήματος
- ❑ πολυπλοκότητα του προβλήματος
- ❑ Ο διεθνής διαγωνισμός
- ❑ Οι μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος
- ❑ Οι περιορισμοί
- ❑ Μια ενδεχόμενη αναπαράσταση των πιθανών λύσεων

Πέμπτη Διάλεξη - Περιεχόμενα (3)

▶ 3. Το πρόβλημα Exam timetabling

- ❑ Ορισμός του προβλήματος
- ❑ πολυπλοκότητα του προβλήματος
- ❑ Ο διεθνής διαγωνισμός
- ❑ Οι μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος
- ❑ Οι περιορισμοί

Το πρόβλημα school timetabling (1)

- ▶ Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 συναντάται το *School Timetabling* πρόβλημα στην επιστημονική βιβλιογραφία (Gotlieb, 1962).
- ▶ **Ορισμός του προβλήματος:** Στην πιο απλή του μορφή περιλαμβάνει τον προγραμματισμό ενός συνόλου από ζεύγη (t, c) , όπου $t \in T$ και $c \in C$ (T : το σύνολο των καθηγητών, C : το σύνολο των τάξεων) με τέτοιο τρόπο ώστε κανένας καθηγητής t και καμία τάξη c δεν αντιστοιχεί σε περισσότερα από ένα μάθημα σε συγκεκριμένη ώρα.

Το πρόβλημα school timetabling (2)

► Πολυπλοκότητα του προβλήματος:

- η βασική έκδοση του προβλήματος, είναι αλήθεια ότι μπορεί να επιλυθεί σε πολυωνυμικό χρόνο, με έναν αλγόριθμο ελάχιστου κόστους δικτύου (*Min-Cost Network*), όπως απέδειξε ο de Werra το 1971(*).
- αν ληφθεί υπόψη ο πρόσθετος περιορισμός της διαθεσιμότητας, το πρόβλημα καθίσταται *NP-πλήρες (NP-Complete)*, όπως απέδειξαν οι Even κ.ά. (1975)(*).

de Werra, D. (1971). Construction of school timetables by flow methods. *INFOR: Information Systems and Operational Research*.

Even, S., Itai, A., & Shamir, A. (1975). On the Complexity of Timetable and Multi-Commodity Flow Problems.

Το πρόβλημα school timetabling (3)

- Επίσης, στην πράξη εμφανίζεται η ανάγκη για συνδιδασκαλίες. Η περίπτωση των συνδιδασκαλιών μπορεί να αφορά την ταυτόχρονη παρουσία δύο καθηγητών στην ίδια τάξη ή ακόμη την ταυτόχρονη διδασκαλία δύο καθηγητών σε δύο διαφορετικές τάξεις. Αν ληφθούν υπόψη και οι περιορισμοί που εισάγει η περίπτωση των συνδιδασκαλιών, τότε το πρόβλημα καθίσταται επίσης *NP-Complete*. Την πρόταση αυτή απέδειξαν οι Cooper και Kingston το 1996. (*)

Cooper, T. B., & Kingston, J. H. (1996). The complexity of timetable construction problems

Το πρόβλημα school timetabling (3)

- ▶ Ο διεθνής διαγωνισμός : INTERNATIONAL TIMETABLING COMPETITION 2011, UNIVERSITY OF TWENTE. (Ολλανδία)
- ▶ (<https://www.utwente.nl/ctit/hstt/itc2011/welcome/>)
 - Ήταν αφιερωμένος στο συγκεκριμένο πρόβλημα.
 - Ο στόχος του ήταν η προτυποποίηση τόσο των περιορισμών του προβλήματος school timetabling όσο και η ομοιομορφία αναπαράστασης των αρχείων εισόδου (XML), για διευκόλυνση των διάφορων ερευνητών.
 - Τα αρχεία εισόδου που παρουσιάστηκαν στον διαγωνισμό είναι σημείο αναφοράς για κάθε νέο αλγόριθμο επίλυσης του προβλήματος.
 - Περιλαμβάνει αρχεία εισόδου από διάφορες χώρες, βασισμένα σε πραγματικές καταστάσεις, με βασικό σύνολο 16 περιορισμών.

Το πρόβλημα school timetabling (4)

- ▶ Αρχεία δεδομένων της ελληνικής πραγματικότητας
- Υπάρχει ένα σύνολο από 6 αρχεία εισόδου με πραγματικά δεδομένα από σχολεία της Πάτρας. Είναι γνωστά στην διεθνή κοινότητα και αναφέρονται ως Beligiannis Data Set από τους: Johnes (2015), Kristiansen και Stidsen (2013), και Pillay (2014)).
- Υπάρχουν ακόμη 4 αρχεία που αναφέρονται από τους Valouxis και Housos (2003 και από τους Papoutsis κ.ά. (2003).
- ❖ τα παραπάνω αρχεία χρησιμοποιούνται από τους Valouxis και Housos (2003), Papoutsis κ.ά. (2003), Beligiannis κ.ά. (2008), Beligiannis κ.ά. (2009) και Zhang κ.ά., (2010), Tassopoulos and Beligiannis (2012 - 3 papers), Raghavjee και Pillay (2013), Katsaragakis κ.ά. (2015) και Skoullis κ.ά. (2016) σε σχετικές δημοσιεύσεις.
- ❖ τρία από τα αρχεία Beligiannis Data Set παραχωρήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν στον Διεθνή διαγωνισμό *ITC 2011*.

Το πρόβλημα *school timetabling* (4)

- ▶ Μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος
- ❑ *DaysNo*: το μέγιστο πλήθος ημερών διδασκαλίας.
- ❑ *HoursNo*: το μέγιστο πλήθος των ωρών διδασκαλίας σε κάθε ημέρα.
- ❑ *LessonsNo*: το μέγιστο πλήθος μαθημάτων που διδάσκονται στο σχολείο.
- ❑ *ClassesNo*: το πλήθος των τάξεων του σχολείου.
- ❑ *TeachersNo*: το πλήθος των καθηγητών του σχολείου.

Το πρόβλημα school timetabling (5)

- ▶ Μια εκδοχή του προβλήματος για την ελληνική πραγματικότητα
- Στα 6 αρχεία του Beligiannis Data Set και στα υπόλοιπα 4 που αναφέρθηκαν προηγουμένως, συναντώνται οι παρακάτω περιορισμοί:
 - **Ανελαστικοί περιορισμοί:**
 - Υπάρχουν τριών ειδών ανελαστικοί περιορισμοί, οι οποίοι περιλαμβάνονται στη συγκεκριμένη μορφή του προβλήματος: περιορισμοί οι οποίοι αναφέρονται στις τάξεις, περιορισμοί οι οποίοι αναφέρονται στους καθηγητές και περιορισμοί που αναφέρονται στις συνδιδασκαλίες.

Το πρόβλημα school timetabling (6)

- Οι ανελαστικοί περιορισμοί των τάξεων είναι οι εξής:
 - 1) Συγκρούσεις τάξεων: σε κάθε τάξη διδάσκεται το πολύ ένα μάθημα σε δεδομένη διδακτική ώρα. Επίσης, σε κάθε τάξη διδάσκει το πολύ ένας καθηγητής σε δεδομένη διδακτική ώρα, με την εξαίρεση των περιπτώσεων συνδιδασκαλίας.
 - 2) Αδρανείς ώρες τάξεων: οι αδρανείς ώρες μιας τάξης, δηλαδή ώρες κατά τις οποίες η τάξη δεν έχει μάθημα, οφείλουν να βρίσκονται στο τέλος του ημερήσιου ωραρίου διδασκαλίας.

Το πρόβλημα school timetabling (7)

- Οι ανελαστικοί περιορισμοί των καθηγητών είναι οι εξής:
 1. Συγκρούσεις καθηγητών: κάθε καθηγητής, σε δεδομένη διδακτική ώρα, διδάσκει το πολύ σε μια τάξη.
 2. Διαθεσιμότητα καθηγητών: κάθε καθηγητής πρέπει να ανατίθεται σε διδακτικές ώρες κατά τις οποίες είναι διαθέσιμος στο σχολείο.
 3. Ανάθεση καθηγητή - τάξης - μαθήματος: ο αριθμός των ωρών και των μαθημάτων που ανατίθενται σε κάθε καθηγητή για διδασκαλία σε κάθε τάξη είναι σταθερός και προκαθορίζεται από τα δεδομένα εισόδου.

Το πρόβλημα school timetabling (8)

- Τέλος, οι ανελαστικοί περιορισμοί που αφορούν στις συνδιδασκαλίες, είναι οι εξής:
 1. Αν δύο καθηγητές πρέπει να διδάξουν ταυτόχρονα στην ίδια τάξη, τότε πρέπει να ανατεθούν σε αυτήν την τάξη και οι δύο κατά την διάρκεια των διδακτικών ωρών της συνδιδασκαλίας.
 2. Αν δύο καθηγητές πρέπει να διδάξουν σε δύο διαφορετικές τάξεις ταυτόχρονα, τότε οι διδασκαλίες του ενός στην μια τάξη πρέπει να λαμβάνουν χώρα στις ίδιες διδακτικές χώρες που πραγματοποιούνται οι διδασκαλίες του άλλου καθηγητή στην άλλη τάξη.

Το πρόβλημα school timetabling (9)

▶ Ελαστικοί περιορισμοί

▶ Οι παρακάτω ελαστικοί περιορισμοί θεωρούνται ίδιας προτεραιότητας σε όλες τις δημοσιεύσεις και η ποινή ανά παραβίαση ορίζεται σε 1 μονάδα.

1. Κατανομή μαθημάτων: κάθε μάθημα πρέπει να διδάσκεται το πολύ μια φορά σε μια τάξη κατά την διάρκεια μιας ημέρας.
2. Κατανομή ωραρίου καθηγητών: κάθε καθηγητής πρέπει να έχει ισορροπημένη κατανομή του ωραρίου του (διδασκαλιών) στις ημέρες που είναι διαθέσιμος.
3. Αδρανείς ώρες καθηγητών: κάθε καθηγητής πρέπει να έχει συμπαγές πρόγραμμα διδασκαλιών σε κάθε ημέρα, δηλαδή να μην έχει ώρα αδράνειας μεταξύ δύο διαδοχικών ωρών διδασκαλίας.

Το πρόβλημα school timetabling (10)

- Μια ενδεχόμενη αναπαράσταση των πιθανών λύσεων
- Παρατίθεται πρώτα η σχέση μεταξύ ημερών, ωρών διδασκαλίας και timeslots σε ένα τυπικό ελληνικό σχολείο

*Σχέση μεταξύ ημερών, ωρών και χρονικών περιόδων ενός τυπικού
Ελληνικού σχολείου Β-βάθμιας Εκπαίδευσης*

Hour	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday
1 st	1	8	15	22	29
2 nd	2	9	16	23	30
3 rd	3	10	17	24	31
4 th	4	11	18	25	32
5 th	5	12	19	26	33
6 th	6	13	20	27	34
7 th	7	14	21	28	35

Το πρόβλημα school timetabling (11)

- ▶ Με βάση τον πίνακα της προηγούμενης διαφάνειας, μια πιθανή και εύλογη αναπαράσταση της λύσης, που θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ένας αλγόριθμος, είναι η επόμενη:

Πιθανή Κωδικοποίηση της Λύσης

Class	Timeslot 1	Timeslot 2	...	Timeslot 35
1	teacher	teacher		teacher
2	teacher	teacher		teacher
3				
...				
m				

Όπου Teacher είναι ένας ακέραιος αριθμός που αντιστοιχεί στον μοναδικό κωδικό κάθε καθηγητή. Αν ο ακέραιος ισούται με -1, αυτό σημαίνει «καμία ανάθεση» δηλαδή κενό για την τάξη την συγκεκριμένη ώρα.

Το πρόβλημα *University Course timetabling* (1)

► Ορισμός του προβλήματος:

Σύμφωνα με τους Socha κ.ά. (2003), το πρόβλημα *University Course Timetabling* μπορεί να οριστεί ως η ανάθεση ενός συγκεκριμένου αριθμού διαλέξεων σε έναν συγκεκριμένο αριθμό χρονοθυρίδων (*timeslots*) και αιθουσών, με ταυτόχρονη ικανοποίηση ενός συνόλου ανελαστικών και ελαστικών περιορισμών.

Το πρόβλημα University Course timetabling (2)

- Πολυπλοκότητα του προβλήματος: , το πρόβλημα *CB-CTT* (για τον ορισμό βλέπε επόμενες διαφάνειες) ανήκει στην κλάση *NP-Hard* καθώς ανάγεται στο πρόβλημα χρωματισμού γράφου (*graph coloring*), το οποίο είναι ένα γνωστό *NP-Hard* πρόβλημα (Burke κ.ά., 2010).

Το πρόβλημα University Course timetabling (3)

- ▶ Ο διεθνής διαγωνισμός : Το 2007 διεξήχθη ο Δεύτερος Διεθνής Διαγωνισμός (ITC2007)(*), ο οποίος ήταν αφιερωμένος στο *Timetabling*. Ο Διαγωνισμός αποτελείτο από τρεις τομείς. Οι δύο τελευταίοι τομείς ήταν αφιερωμένοι στο University Course Timetabling.
- ▶ Συγκεκριμένα, το πρόβλημα του δεύτερου τομέα ήταν αφιερωμένο στο *Post Enrollment-Based Course Timetabling (PE-CTT)* και ο τρίτος στο *Curriculum-Based Course Timetabling (CB-CTT)*. Διευκρινίζεται ότι το *PE-CTT* αφορά την περίπτωση κατά την οποία οι φοιτητές εγγράφονται σε Μαθήματα πριν αποφασιστεί το πρόγραμμα, ενώ στο *CB-CTT* βασική έννοια είναι η έννοια του **curriculum**, το οποίο επιλέγει ο κάθε φοιτητής.

Το πρόβλημα University Course timetabling (4)

- ▶ Ένα **curriculum** είναι ένα σύνολο από μαθήματα τα οποία έχουν κοινούς φοιτητές. Οι εγγραφόμενοι φοιτητές πρέπει να παρακολουθούν τις διαλέξεις του *curriculum* στο οποίο εγγράφηκαν. Επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον στο *CB-CTT*, αφού αυτή η έκδοση έχει απασχολήσει περισσότερο τους ερευνητές, ενώ συναντάται σε πάρα πολλά Πανεπιστήμια ανά τον κόσμο.

Το πρόβλημα University Course timetabling (5)

► Οι μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος

Στο μοντέλο που παρουσιάζουν οι ερευνητές Socha κ.ά. (2003), χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες οντότητες:

1. Ένα σύνολο από διαλέξεις $c_i (i = 0, \dots, C)$.
2. Ένα σύνολο από t_n χρονοθυρίδες ($n = 1, \dots, 45$)
3. Ένα σύνολο από R αίθουσες $r_j (j = 0, \dots, R)$.
4. Ένα σύνολο από F χαρακτηριστικά αιθουσών.
5. Ένα σύνολο από M φοιτητές.

Το πρόβλημα University Course timetabling (6)

- ▶ Σημειώνεται ότι στο πρόβλημα *CB-CTT* τα *F* χαρακτηριστικά της κάθε αίθουσας συνίστανται στην χωρητικότητα της κάθε αίθουσας, ενώ συνυπάρχει όπως αναφέρθηκε και η οντότητα του *curriculum*. Επίσης, δεν χρησιμοποιείται η οντότητα «φοιτητής».

Το πρόβλημα University Course timetabling (7)

- ▶ **Οι περιορισμοί:** Στην διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί 18 είδη ελαστικών περιορισμών (Pongcharoen κ.ά., 2008), οι οποίοι όμως, δεν αφορούν σε όλα τα Πανεπιστήμια και διαφέρουν ανάλογα με το κράτος ή το εκπαιδευτικό σύστημα. Άλλωστε, σε ορισμένες περιπτώσεις, είναι αναγκαίο να θεωρούνται πρόσθετοι ελαστικοί περιορισμοί που σχετίζονται με Θρησκευτικές παραμέτρους ή πολιτιστικά ζητήματα.

Το πρόβλημα University Course timetabling (8)

- **Ανελαστικοί περιορισμοί:** Οι ανελαστικοί περιορισμοί του Διαγωνισμού, όσον αφορά στο πρόβλημα *CB-CTT*, ήταν οι εξής:
 - Όλες οι διαλέξεις ενός μαθήματος πρέπει να προγραμματισθούν σε διακεκριμένες χρονικές στιγμές. Αν δεν καταστεί δυνατός ο προγραμματισμός μιας διάλεξης, τότε έχουμε παραβίαση.
 - Δύο διαλέξεις δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα στην ίδια αίθουσα. Σε αντίθετη περίπτωση έχουμε παραβίαση, ανάλογη με τις ταυτόχρονες διαλέξεις στην αίθουσα.

Το πρόβλημα University Course timetabling (8)

- Οι διαλέξεις μαθημάτων, τα οποία ανήκουν στο ίδιο *curriculum*, ή διδάσκονται από τον ίδιο καθηγητή, πρέπει να προγραμματιστούν σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.
- Κάθε διάλεξη που παραδίδει ένας καθηγητής πρέπει να προγραμματιστεί σε χρονική περίοδο κατά την οποία ο καθηγητής είναι διαθέσιμος.

Το πρόβλημα University Course timetabling (9)

- Ελαστικοί περιορισμοί: Οι ελαστικοί περιορισμοί του Διαγωνισμού, όσον αφορά στο πρόβλημα *CB-CTT*, ήταν οι εξής:
- Το πλήθος των φοιτητών που παρακολουθούν μια διάλεξη θα πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο από των αριθμό καθισμάτων της αίθουσας στο οποίο θα προγραμματιστεί η διάλεξη. Το κόστος παραβίασης είναι ανάλογο της έλλειψης των θέσεων.
- Οι διαλέξεις κάθε μαθήματος πρέπει να είναι κατανομημένες σε ένα ελάχιστο αριθμό ημερών. Για κάθε ημέρα κάτω από τον ελάχιστο αριθμό ημερών προσμετρούνται 5 μονάδες κόστους.

Το πρόβλημα University Course timetabling (10)

- Οι διαλέξεις των μαθημάτων, τα οποία ανήκουν στο ίδιο *curriculum*, πρέπει να γειτνιάζουν χρονικά. Για κάθε διάλεξη μαθήματος του ίδιου *curriculum*, η οποία είναι απομονωμένη, προσμετρούνται 2 μονάδες κόστους.
- Όλες οι διαλέξεις ενός μαθήματος πρέπει να διεξάγονται στην ίδια αίθουσα. Για κάθε επιπλέον χρήση αίθουσας, πέραν της πρώτης, προσμετράται 1 μονάδα κόστους.

Το πρόβλημα University Course timetabling (11)

- Μια ενδεχόμενη αναπαράσταση των λύσεων είναι η ακόλουθη:

Πιθανή Κωδικοποίηση της λύσης

Room	Timeslot 1	Timeslot 2	...	Timeslot k
1	lecture	lecture		lecture
2	lecture	lecture		lecture
3				
...				
m				

- Σημειώνεται ότι με την παραπάνω αναπαράσταση ικανοποιούνται οι δύο πρώτοι ανελαστικοί περιορισμοί, οπωσδήποτε, δοθείσας μιας επαρκούς διαδικασίας αρχικοποίησης. Επίσης, για κάθε lecture υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες σχετικά με το course στο οποίο ανήκει και τον καθηγητή που το διδάσκει.

Το πρόβλημα Exam timetabling (1)

- ▶ **Ορισμός του προβλήματος:** Σύμφωνα με την Souad Larabi (2015) (*) το πρόβλημα του προγραμματισμού εξετάσεων (*Exam Timetabling*) μπορεί να οριστεί ως η ανάθεση ενός συνόλου εξετάσεων σε περιορισμένο αριθμό διατεταγμένων χρονοθυρίδων και αιθουσών συγκεκριμένης χωρητικότητας, ενώ ικανοποιείται ένα σύνολο περιορισμών.

Souad Larabi, M. S. (2015, December). A survey of Particle Swarm Optimization techniques for solving university Examination Timetabling Problem.

Το πρόβλημα Exam timetabling (2)

- ▶ Πολυπλοκότητα του προβλήματος: οι de Werra κ.ά. (2002)(*) έδωσαν τον ορισμό ενός απλοποιημένου μοντέλου για το *Exam Timetabling* και παρουσίασαν τις πιθανές επεκτάσεις του στα υπόλοιπα προβλήματα *timetabling* του Ακαδημαϊκού χώρου. Έδειξαν επίσης ότι κάποιες εκδοχές του προβλήματος ανήκουν στην κλάση των *NP-Complete* προβλημάτων.

Το πρόβλημα Exam timetabling (3)

- ▶ Ο διεθνής διαγωνισμός(*): Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ορισμός του προβλήματος *Exam Timetabling*, όπως και των προβλημάτων *University Course Timetabling* και *School Timetabling*, δεν ήταν και ίσως δεν είναι ακόμη καθολικά αποδεκτός και υιοθετημένος από το ευρύτερο σύνολο της ερευνητικής κοινότητας. Αυτό συμβαίνει διότι, ανάλογα με το εκπαιδευτικό σύστημα κάθε χώρας, αλλά και τις ιδιαιτερότητας σε εθνολογικά, πολιτισμικά, ακόμη και θρησκευτικά ζητήματα, τα αντίστοιχα προβλήματα ορίζονται διαφορετικά, αν και ο πυρήνας του ορισμού παραμένει ο ίδιος.

Το πρόβλημα Exam timetabling (4)

Το 2007 διεξήχθη ο Δεύτερος Διεθνής Διαγωνισμός (ITC2007), ο οποίος ήταν αφιερωμένος στο *Timetabling* και του οποίου το πρώτο τμήμα αφιερώθηκε στο *Exam Timetabling*. Ένας από τους στόχους του διαγωνισμού, εκτός από τους προφανείς, ήταν η καθιέρωση ενός καθολικά αποδεκτού ορισμού του προβλήματος στην ερευνητική κοινότητα.

Το πρόβλημα Exam timetabling (5)

- ▶ Οι μεταβλητές και οντότητες του προβλήματος:
- Η εξεταστική περίοδος, η οποία αποτελείται από έναν αριθμό χρονικών περιόδων προκαθορισμένου μήκους.
- Το σύνολο των εξετάσεων, οι οποίες πρέπει να προγραμματιστούν στις χρονικές περιόδους.
- Το σύνολο των φοιτητών, οι οποίοι έχουν εγγραφεί στις συγκεκριμένες εξετάσεις. Για κάθε εξέταση είναι γνωστό το υποσύνολο των φοιτητών, οι οποίοι είναι εγγεγραμμένοι στην εξέταση.

Το πρόβλημα Exam timetabling (6)

- ❑ Το σύνολο των αιθουσών στις οποίες θα λάβουν χώρα οι εξετάσεις. Κάθε αίθουσα έχει τα δικά της ατομικά χαρακτηριστικά.
- ❑ Το σύνολο των ανελαστικών περιορισμών, οι οποίοι πρέπει να ικανοποιηθούν οπωσδήποτε.
- ❑ Το σύνολο των ελαστικών περιορισμών, η παραβίαση των οποίων συνεισφέρει στην συνολική ποινή - κόστος του προγράμματος.
- ❑ Το σύνολο των βαρών με βάση τα οποία σταθμίζεται η συνεισφορά κάθε ελαστικού περιορισμού που παραβιάζεται, στην συνολική ποινή.

Το πρόβλημα Exam timetabling (7)

► Οι περιορισμοί:

Οι ανελαστικοί περιορισμοί είναι οι ακόλουθοι:

- ❑ Κάθε φοιτητής εξετάζεται σε μια το πολύ εξέταση σε δεδομένη περίοδο.
- ❑ Η χωρητικότητα κάθε αίθουσας στην οποία πραγματοποιείται μια εξέταση επαρκεί για τους εγγεγραμμένους φοιτητές της εξέτασης.
- ❑ Το μήκος των περιόδων είναι επαρκές σε σχέση με την διάρκεια των εξετάσεων.

Το πρόβλημα Exam timetabling (8)

- ❑ Χρονισμός εξετάσεων. Για παράδειγμα, η εξέταση A πρέπει να προηγηθεί της εξέτασης B.
- ❑ Χωρική αντιστοίχιση κάποιων εξετάσεων. Για παράδειγμα, η εξέταση A πρέπει οπωσδήποτε να λάβει χώρα στην αίθουσα 001. Σημειώνεται ότι, αντίθετα με το *University Course Timetabling*, οι εξετάσεις μπορεί να λάβουν χώρα ταυτόχρονα στην ίδια αίθουσα, εφόσον η χωρητικότητα της αίθουσας το επιτρέπει.

Το πρόβλημα Exam timetabling (9)

Οι ελαστικοί περιορισμοί είναι οι ακόλουθοι:

- Για κάθε φοιτητή, ο οποίος εξετάζεται σε δύο εξετάσεις την ίδια ημέρα, οι εξετάσεις δεν είναι συνεχόμενες χρονικά, αλλά αντίθετα υπάρχει κενό χρονικό διάστημα ανάμεσά τους.
- Κάθε φοιτητής εξετάζεται σε μια το πολύ εξέταση ανά ημέρα. Ο περιορισμός αυτός καθίσταται σημαντικός όταν η ημέρα διαθέτει περισσότερες από δύο περιόδους.

Το πρόβλημα Exam timetabling (10)

- ❑ Καθορισμένη χρονική διασπορά των εξετάσεων. Ενδιαφέρει ο αριθμός των περιπτώσεων όπου ένας φοιτητής εξετάζεται σε περισσότερες από μια εξέταση σε μια περίοδο. Ο σκοπός του περιορισμού είναι ο δίκαιος επιμερισμός φόρτου εξετάσεων σε όλους τους φοιτητές.
- ❑ Διαφοροποιημένη διάρκεια εξέτασης εξετάσεων οι οποίες έχουν προγραμματιστεί σε συγκεκριμένες περιόδους στην ίδια αίθουσα.
- ❑ Οι εξετάσεις στις οποίες μετέχουν πολλοί φοιτητές πρέπει να προγραμματίζονται προς την αρχή του προγράμματος (*timetable*), έτσι ώστε να υπάρχει επαρκής χρόνος για την διόρθωση των γραπτών.

Το πρόβλημα Exam timetabling (11)

- Ο αριθμός των φορών που χρησιμοποιείται μια περίοδος για εξετάσεις. Κάθε περίοδος έχει αντιστοιχισμένο έναν αριθμό-βαρύτητα. Αυτός ο αριθμός πολλαπλασιάζεται με την πραγματική ποιινή.
- Ο αριθμός των φορών που χρησιμοποιείται μια αίθουσα για εξετάσεις. Όμοιος περιορισμός με τον προηγούμενο, μόνο που ο συγκεκριμένος εφαρμόζεται για αίθουσες.

Σας ευχαριστώ για την προσοχή σας

