

HY-565
Συστήματα Διαχείρισης Διεργασιών
1^η άσκηση (ατομική)
Προθεσμία παράδοσης: 13 Μαρτίου 2020

Για την υλοποίηση των ασκήσεων στα Petri Nets θα χρησιμοποιήσετε το εργαλείο cpnTools (<http://cpnTools.org/download>). Πληροφορίες σχετικά με τη χρήση του εργαλείου και παραδείγματα θα βρείτε στο documentation του εργαλείου (<http://cpnTools.org/documentation/>). Η παράδοση της άσκησης θα γίνει στο email του μαθήματος (hy565@csd.uoc.gr). Το παραδοτέο αρχείο θα είναι ένα αρχείο zip που θα περιέχει ένα doc με τις απαντήσεις των ασκήσεων, τα cnp αρχεία και μια σύντομη αναφορά στην οποία θα περιγράφετε τα βασικά βήματα για τη μοντελοποίηση των δικτύων petri και τις εξηγήσεις που σας ζητούνται.

Άσκηση 1 (LTL) - 2 μονάδες

Γράψτε σε LTL τις παρακάτω προτάσεις:

1. “Κάθε φορά που ένα μήνυμα στέλνεται, δεν θα μαρκάρεται ως ‘απεσταλμένο’ πριν την επιστροφή επιβεβαίωσης ότι έχει παραληφθεί”.
2. “Ανάμεσα σε δύο πράσινα σήματα θα υπάρχει ένα κόκκινο σήμα”
3. Φανάρι Κυκλοφορίας

Υποθέστε ότι έχουμε ένα φανάρι κυκλοφορίας. Το φανάρι μπορεί να αλλάζει χρώματα ανάμεσα σε πράσινο, κίτρινο και κόκκινο. Οι προτάσεις *re*, *ye* και *gr* αντιστοιχούν στο χρώμα του φαναριού όταν αυτό είναι red, yellow και green αντίστοιχα. Τα χρώματα στο φανάρι θα αλλάζουν σύμφωνα με την παρακάτω σειρά:

green $\rightarrow$ *yellow* $\rightarrow$ *red* $\rightarrow$ *green*

Υποθέτουμε ότι το φανάρι λειτουργεί για πάντα.

Ο ορισμός ότι το φανάρι μπορεί να έχει αποκλειστικά ένα από τα προαναφερθέντα χρώματα σε οποιαδήποτε στιγμή μπορεί να εκφραστεί σε LTL ως εξής:

$$\Box(\neg(gr \wedge ye) \wedge \neg(ye \wedge re) \wedge \neg(re \wedge gr) \wedge (gr \vee ye \vee re))$$

Καθορίζοντας ότι από μια κατάσταση όπου το φανάρι είναι χρώματος *green*, το χρώμα *green* συνεχίζει να ανάβει μέχρις ότου να αλλάξει σε χρώμα *yellow* μπορεί να εκφραστεί σε LTL ως εξής:

$$\Box(gr \rightarrow grUye).$$

Η σωστή σειρά αλλαγής χρωμάτων στο φανάρι ορίζεται ως:

$$\Box((grUye) \vee (yeUre) \vee (reUgr))$$

Υποθέστε ότι ο νέος κανονισμός λειτουργίας έχει σχεδιαστεί για ένα φανάρι κυκλοφορίας και πλέον υπάρχει ένα *yellow* χρώμα ανάμεσα στο *red* και το *green* χρώμα (όπου συμβολίζει ότι ο οδηγός πρέπει να «ετοιμάζεται»).

Πώς πρέπει να αλλάξει ο παραπάνω ορισμός LTL έτσι ώστε να επιτρέπει και αυτή την εναλλαγή;

Άσκηση 2 (Reachability Graph) – 2 μονάδες

Το σκορ σε ένα game αγώνα τένις υπολογίζεται ακολούθως. Ο πρώτος παίκτης που κερδίζει 4 ράλι (ανταλλαγές χτυπημάτων) στο σύνολο και τουλάχιστον δύο ράλι περισσότερο από τον αντίπαλό του νικάει το παιχνίδι. Αν και οι δύο παίκτες ταυτόχρονα έχουν κερδίσει από 3 ράλι (40-40), τότε ο παίκτης που θα κερδίσει τον επόμενο γύρο παίρνει πλεονέκτημα (advantage) για τη τελική νίκη. Αν αυτός ο παίκτης κερδίσει και το επόμενο ράλι κερδίζει το game. Αν χάσει στο επόμενο ράλι τότε χάνει το προβάδισμα για τη νίκη και το σκορ έρχεται στην κατάσταση όπου και οι δύο παίκτες έχουν κερδίσει 3 ράλι (40-40). Σχεδιάστε τον γράφο προσβασιμότητας (reachability) για το παραπάνω σύστημα υπολογισμού πόντων σε ένα game ένα παιχνιδιού τένις. (Περισσότερες λεπτομέρειες για τρόπο υπολογισμού των πόντων στο τένις μπορείτε να δείτε εδώ: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tennis#Scoring>)

Άσκηση 3 (Colored Petri Nets) – 3 μονάδες

Υποθέστε ότι έχουμε ένα εργοστάσιο κατασκευής ποδηλάτων. Τα μέρη (σκελετός, πετάλια, ρόδες, φρένα) παραγγέλλονται από διάφορους προμηθευτές. Το εργοστάσιο χρειάζεται τρία στάδια συναρμολόγησης για να κατασκευάσει το ποδήλατο.

- Αρχικά, ένα μηχάνημα τύπου B συναρμολογεί τον σκελετό και δύο πετάλια σε ένα ημιτελές προϊόν.
- Στη δεύτερη φάση συναρμολόγησης, ένα μηχάνημα τύπου A κατασκευάζει το ημιτελές 1 μαζί με δύο ρόδες σε ένα ημιτελές προϊόν 2.
- Στο τρίτο βήμα συναρμολόγησης ένα μηχάνημα τύπου B εγκαθιστά τα δύο φρένα (μπροστά – πίσω) στο ημιτελές προϊόν 2. Μετά το τέλος του τρίτου βήματος το ποδήλατο είναι έτοιμο κατασκευασμένο.

Το εργοστάσιο έχει τρία μηχανήματα τύπου A και επτά μηχανήματα τύπου B διαθέσιμα. Κάθε μηχάνημα έχει ικανότητα παραγωγής ενός προϊόντος (π.χ. δεν μπορεί ένα μηχάνημα A να παράγει ταυτόχρονα δύο ή και παραπάνω ημιτελή προϊόντα την ίδια στιγμή).

1. Μοντελοποιήστε αυτή τη διεργασία σαν ένα σύστημα Petri net. Κάντε διακριτούς τους δύο τύπους μηχανημάτων όπως επίσης και το πότε είναι διαθέσιμα και πότε όχι. Υποθέστε ότι η εταιρία αρχικά έχει τέσσερα αντίγραφα από το κάθε κομμάτι.
2. Δώστε μια εκτέλεση από την αρχική κατάσταση κατασκευής έως την τελική κατάσταση όπου το ποδήλατο είναι έτοιμο κατασκευασμένο.

Άσκηση 4 (Temporal CPN) – 3 μονάδες

Η παραγωγική διαδικασία ενός αυτοκινήτου-παιχνιδιού περιλαμβάνει τέσσερα μέρη: συναρμολόγηση, βάψιμο, στέγνωμα, πακετάρισμα. Στο βήμα της συναρμολόγησης, ένας εργαζόμενος παραγωγής συναρμολογεί τέσσερις τροχούς και ένα σασί. Αυτό το βήμα χρειάζεται πέντε λεπτά για να ολοκληρωθεί. Έπειτα, ο φανοποιός βάφει το προϊόν. Αυτό το βήμα χρειάζεται οκτώ λεπτά για να ολοκληρωθεί. Μετά το βάψιμο το προϊόν στεγνώνει για τουλάχιστον είκοσι λεπτά πριν το πακετάρισμα. Το δωμάτιο στο οποίο το προϊόν μπορεί να στεγνώσει έχει περιορισμένο χώρο: το πολύ δέκα προϊόντα μπορούν να στεγνώνουν στο δωμάτιο αυτό ταυτόχρονα. Τέλος, ένας εργαζόμενος παραγωγής πραγματοποιεί το πακετάρισμα του αυτοκινήτου-παιχνιδιού. Αυτό παίρνει δέκα λεπτά για να ολοκληρωθεί.

Η εταιρία προσλαμβάνει τρεις εργαζόμενους παραγωγής και δύο φανοποιούς. Η ικανότητα παραγωγής του κάθε εργαζόμενου είναι ίση με του ενός (π.χ. δεν μπορεί ένας φανοποιός να βάφει ταυτόχρονα δύο ή και παραπάνω αυτοκίνητα).

Μοντελοποιήστε την παραγωγική διαδικασία σαν ένα CPN με χρόνους. Δείξτε την αρχική κατάσταση.