

TENTAMEN THEORIE VAN CONCURRENCY

Vrijdag 13 januari 2012, 10.00 - 13.00 uur

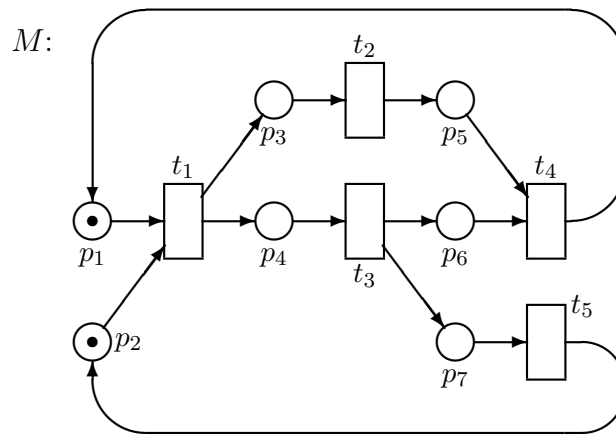
Dit tentamen bestaat uit vijf opgaven, waarbij steeds tussen [en] staat hoeveel punten er ongeveer mee te verdienen zijn. In totaal zijn er 100 punten te verdienen.

Dit is **geen** open boek tentamen. Je mag dus geen gebruik maken van het dictaat, je laptop of andere hulpmiddelen.

Antwoorden mogen zowel in het Nederlands als in het Engels gegeven worden.

Als je een antwoord op een onderdeel niet weet, en je hebt dat antwoord nodig bij een volgend onderdeel, dan kun je dat 'kopen' bij de docent.

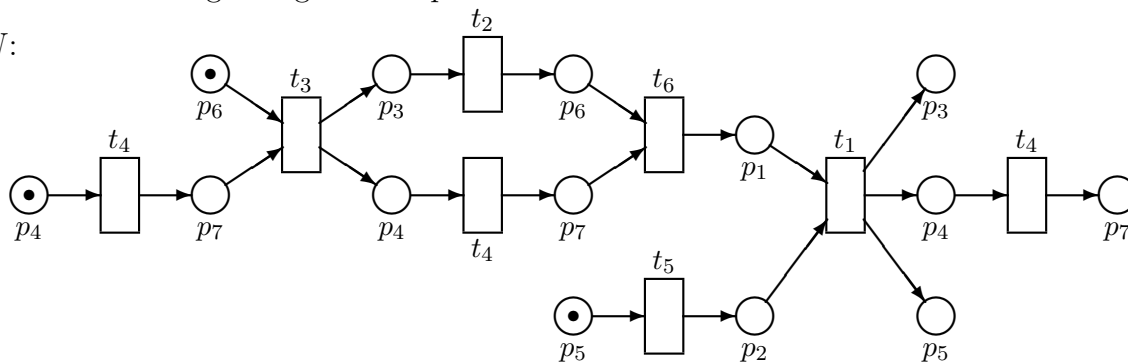
1. [25 pt] Beschouw het volgende EN systeem M :



- (a) Bepaal $SCG(M)$ en $CG(M)$.
- (b) Geef alle deelverzamelingen van plaatsen die een deelsysteem van M bepalen. Welke deelverzamelingen van plaatsen leggen een sequentiële component vast?
- (c) Wanneer noemen we een EN systeem contact-vrij? Is M contact-vrij? Motiveer je antwoord.
2. [9 pt] Geef een voorbeeld van twee EN systemen M_1 en M_2 die wel vuurrij equivalent zijn, maar niet situatie-equivalent. Geef ook $FS(M_1)$, $FS(M_2)$, $SCG(M_1)$ en $SCG(M_2)$.
3. [34 pt]
- (a) Een proces net is een EN systeem met twee speciale eigenschappen. Wat zijn deze twee eigenschappen?
- (b) Laat T de verzameling transities in een proces net N zijn. Bewijs de volgende bewering:
Als $U \subseteq T$ een co-kliëk is in N , dan is ook $\bullet U$ een co-kliëk in N .

Beschouw het volgende gelabelde proces net N :

N :



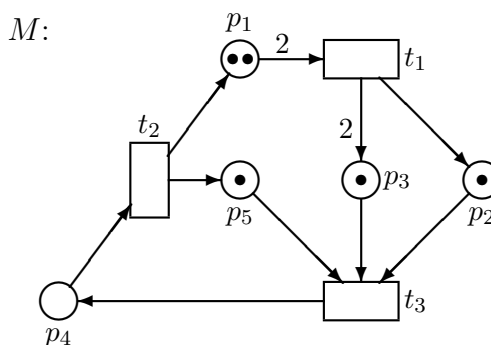
- Teken in het diagram een lijn van N , een schijf ('slice') van N en een snede ('cut') van N die geen schijf is.
- Geef een EN systeem M met zeven plaatsen en zes transitie, zó dat N een proces van M is.
- Geef $\mathbf{ctr}(N)$ en $\mathbf{pru}(\mathbf{ctr}(N))$.
- Geef zeven elementen van $\mathbf{words}(\mathbf{pru}(\mathbf{ctr}(N)))$.
- In eerste instantie wordt lpo-equivalentie alleen gedefinieerd voor contact-vrije EN systemen M . De reden is dat de definitie gebruik maakt van

$$\mathbf{LPO}(M) = \{\mathbf{pru}(\mathbf{ctr}(N)) \mid N \in \mathbf{PROC}(M)\}$$

en processen alleen gedefinieerd zijn voor contact-vrije EN systemen.

Leg intuïtief uit waarom we later, met behulp van 'pruned dependency graphs', de definitie van lpo-equivalentie kunnen uitbreiden tot willekeurige EN systemen.

4. [23 pt] Beschouw het volgende P/T systeem M :



- Bepaal de p-invarianten van M . Laat zien hoe je aan je antwoord komt.
 - Wordt M overdekt door positieve p-invarianten? Motiveer je antwoord.
 - Gebruik het eindigheids-algoritme (het algoritme om te bepalen of \mathbb{C}_M eindig is) om te bepalen of M begrensd is of niet.
5. [9 pt]
- In een gemarkeerde graaf kunnen we een (elementaire) kring ('elementary cycle') definiëren. Wanneer noemen we een rij $\alpha = (p_0, p_1, \dots, p_m)$ met $m \geq 0$ en plaatsen p_0, p_1, \dots, p_m een (elementaire) kring?
 - Leg uit hoe we de kringen in een gemarkeerde graaf M kunnen gebruiken om te bepalen of M veilig ('safe') is.