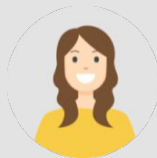


Kidney exchange



Patient *A*



Donor *A*



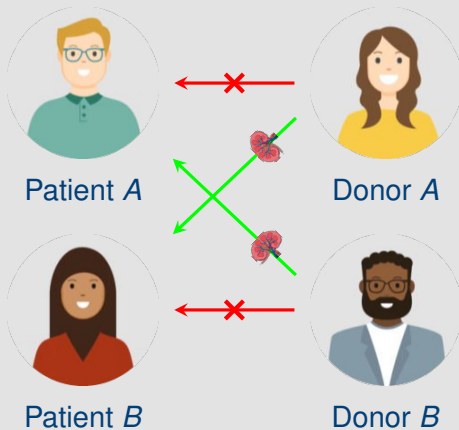
Patient *B*



Donor *B*



Kidney exchange

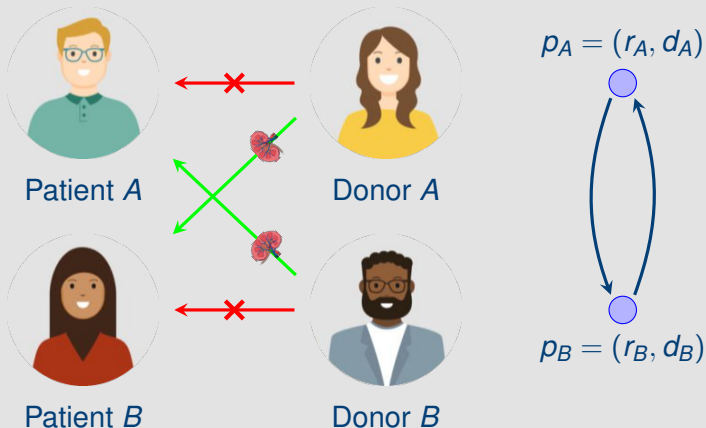


$$p_A = (r_A, d_A)$$



$$p_B = (r_B, d_B)$$

Kidney exchange



Hoe kies je 'exchanges' om het aantal transplantaties te maximaliseren?

Een breed en divers onderzoeksveld

Mixed-integer
linear programming

...

Cross-match
tests

Optimalisatie
met
onzekerheid

Samenwerkingen

Ethiek

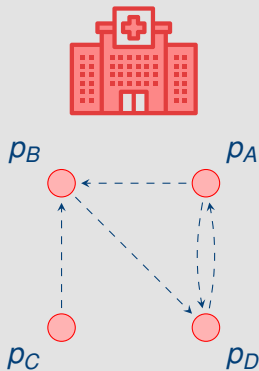
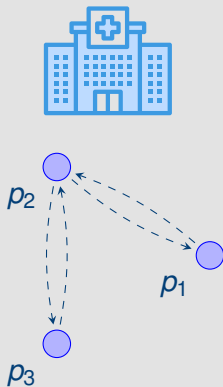
Multi-objective
optimization

...

...

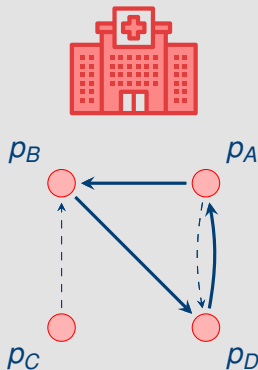
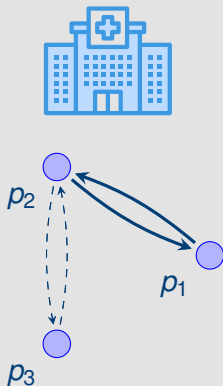
Samenwerkingen in kidney exchange

Realiteit: veel *kidney exchange programmas* worden door een individueel ziekenhuis / transplantatiecentrum beheerd.



Samenwerkingen in kidney exchange

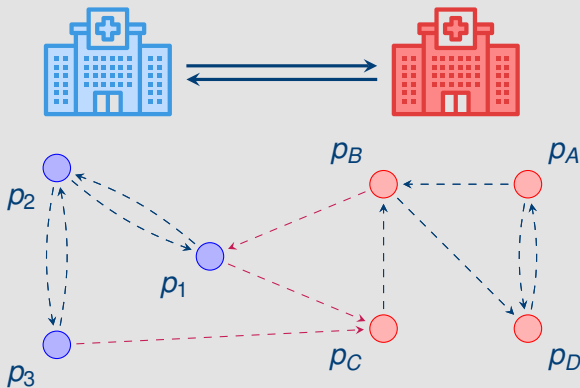
Realiteit: veel *kidney exchange programmas* worden door een individueel ziekenhuis / transplantatiecentrum beheerd.



Samenwerkingen in kidney exchange

Realiteit: veel *kidney exchange programmas* worden door een individueel ziekenhuis / transplantatiecentrum beheerd.

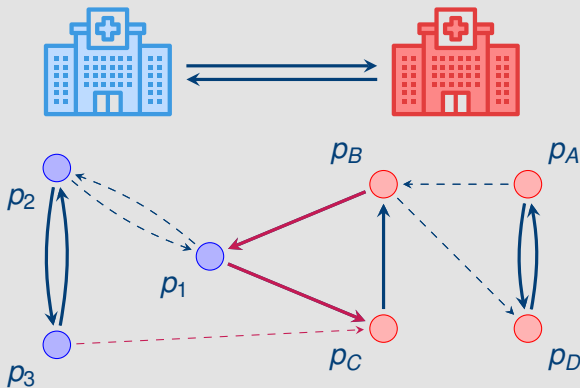
Idee: samenvoegen van pools van verschillende programma's!



Samenwerkingen in kidney exchange

Realiteit: veel *kidney exchange programmas* worden door een individueel ziekenhuis / transplantatiecentrum beheerd.

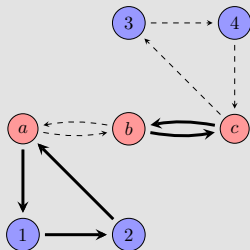
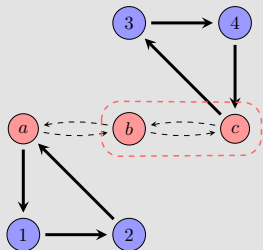
Idee: samenvoegen van pools van verschillende programma's!



Issues van samengevoegde pools

- Ziekenhuizen hebben conflicterende doelen
 - bv., voornamelijk geïnteresseerd in hun eigen patiënten
- Mogelijk minder transplantaties voor een ziekenhuis na samenvoeging

1. Onafhankelijke autoriteit: voorstel van exchanges
2. Ziekenhuizen: voorstel accepteren / aanpassen



Nieuw samenwerkingsmodel

Idee: voorstel van exchanges dat ieder ziekenhuis zal accepteren

1. Multi-objective optimization

- (a) maximaliseer het aantal transplantaties binnen de pool van ieder ziekenhuis
- (b) maximaliseer het totaal aantal transplantaties

2. Exact optimization

- (a) maximaliseer het totaal aantal transplant
- (b) zodanig dat geen enkel ziekenhuis het voorstel wil aanpassen

- Multi-objective optimization
 - Losse MILPs voor ieder ziekenhuis
 - Voeg beperkingen toe die optimaliteit van het primaire doel forceren
- Exact optimization: twee-staps optimalisatie
 - MIBLP formulering
 - Cutting plane algoritme op de *high-point relaxation*
- Beide algoritmes geïmplementeerd in C++ / CPLEX
- Significant meer transplantaties (tot wel 15% voor realistische programma's)
- Schaalbaar algoritme

Twee-staps optimalisatiemodel

Parameters:

- \mathcal{H} ziekenhuis
- V^h incompatibele paren van ziekenhuis $h \in \mathcal{H}$
- \mathcal{E} exchanges
- \mathcal{E}^h exchanges binnen de pool van ziekenhuis h
- \mathcal{E}^0 exchanges verspreid over meerdere pools
- w_e, w_e^h waarde van exchange e / voor ziekenhuis h

Variabelen:

- $x_e \in \{0, 1\}$ OA selecteert exchange e wel of niet?
- $y_e^h \in \{0, 1\}$ Ziekenhuis h selecteert exchange e wel of niet?

Two-steps optimisation model

Step 1

$$z^* = \max_{\vec{x}} \sum_{e \in \mathcal{E}} w_e x_e \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{e \in \mathcal{E}(v)} y_e^h \leq 1, \quad v \in V \quad (2)$$

$$\sum_{e \in \mathcal{E}} w_e^h x_e \geq \Phi^h(\vec{x}), \quad h \in \mathcal{H} \quad (3)$$

$$y_e^h \in \{0, 1\}. \quad e \in \mathcal{E}, h \in \mathcal{H} \quad (4)$$

Step 2:

$$\Phi^h(\vec{x}) = \max_{\vec{y}} \sum_{e \in \mathcal{E}} w_e^h y_e^h \quad (5)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{e \in \mathcal{E}(v)} y_e^h \leq 1, \quad v \in V \quad (6)$$

$$y_e^h \leq x_e, \quad e \in \mathcal{E}^0 \quad (7)$$

$$y_e^h \in \{0, 1\}. \quad e \in \mathcal{E}, h \in \mathcal{H} \quad (8)$$

$\beta(S^h)$: max. waarde van exchanges van de subpool $S^h \subseteq V^h$

Reformulering

$$z^* = \max_{\vec{x}} \sum_{e \in \mathcal{E}} w_e x_e \quad (9)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{e \in \mathcal{E}(v)} x_e \leq 1, \quad v \in V \quad (10)$$

$$\sum_{e \in \bigcup_{v \in S^h} \mathcal{E}(v)} w_e^h x_e \geq \beta(S^h), \quad h \in \mathcal{H}, S^h \subseteq V^h \quad (11)$$

$$x_e \in \{0, 1\}. \quad e \in \mathcal{E} \quad (12)$$