

ICN普及のためのナッシュ交渉解を用いた ISP間の調整金設定法

1. 研究の背景

- 情報指向ネットワーク:ICN (Information Centric Network)が広く検討
 - 各ルータにおいてコンテンツをキャッシュし、コンテンツ名でコンテンツを発見し受信
- ICNの導入に伴いトラフィックのパターンが変化
 - ISPの収益が変化
 - ICNの導入は各ISP (Internet Service Provider)の経営判断に依存

これまでの研究

- 3階層ツリー型トポロジ
- ICNの導入で上位レイヤの収益が減少

Layer 1 ISP	Layer 2 ISP	Layer 3 ISP
減少	増加	増加

本研究の目的

- 階層的なISP間のトポロジで、新たなICNの導入が各ISPの収益に与える影響の変化を分析
- ICNの普及可能性を分析

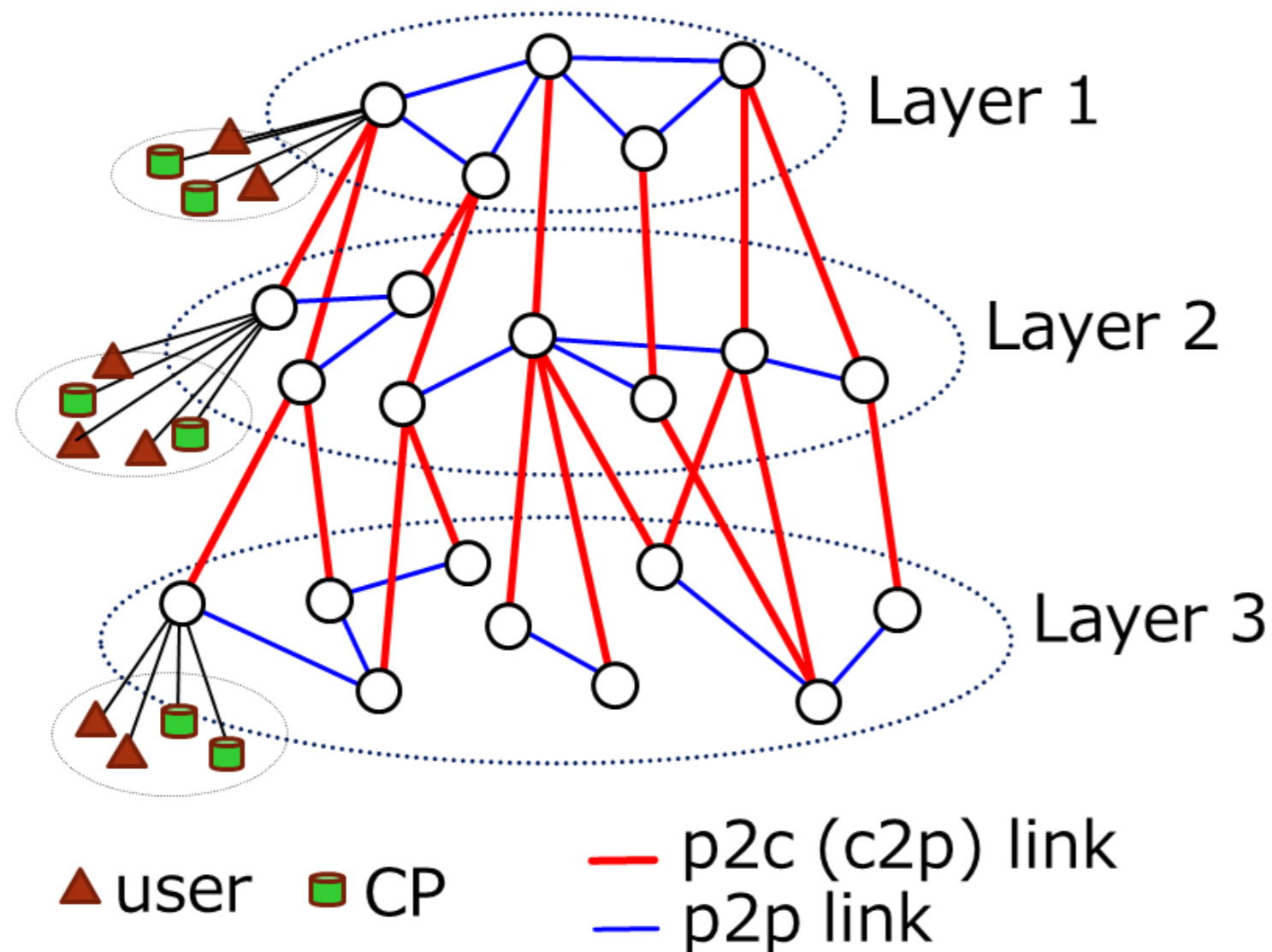
2. 想定条件

ISPの収益

- トランジット費 (T)
 - リンクを流れるトラフィック量に応じて授受
- ユーザアクセス費 (A)
 - 自ISP收容ユーザから月額に得る
 - ユーザのエンゲージメント向上によって上昇

ネットワークトポロジ

- 3階層のツリー型でISP間のトポロジをモデル化
- 各ISP間に均一な確率でリンクが存在
- 各レイヤのISPはユーザ、CP (Content Provider)を均一に收容

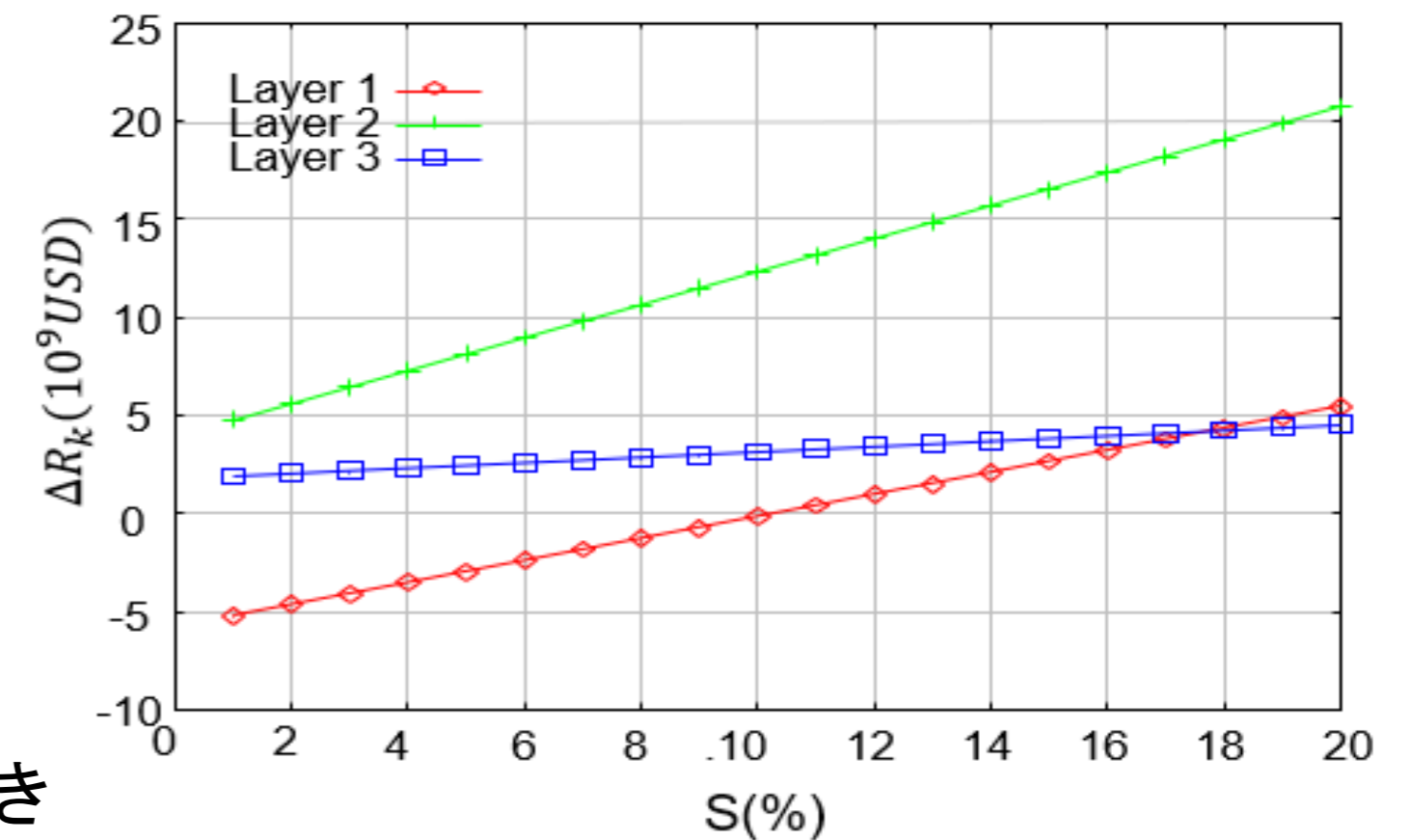


- P_k :レイヤkのISPがICNを導入している確率
- 各レイヤkのISPの各リンクを配信フローが流入する確率を、その方向で分け、それぞれ $F_{u,k}$, $F_{d,k}$ もしくは $F_{p,k}$ として導出
 - $F_{u,k}$, $F_{d,k}$, $F_{p,k}$ の変遷により、トラフィック量が増減し、Tに影響
- 各レイヤkのISPからのコンテンツまでのホップ数がnである確率を、 $H_k[n]$ として導出
 - $H_k[n]$ の変遷により、ユーザエクスペリエンスが変化し、Aに影響

3. 性能評価

- 感応度S:1ホップ減少でユーザからの収益はS%上昇
- ΔR_k :レイヤkの収益変化量
- $\Delta R = \Delta T + \Delta A$

- ICN普及率
 $P_1 = 0 \rightarrow 1$

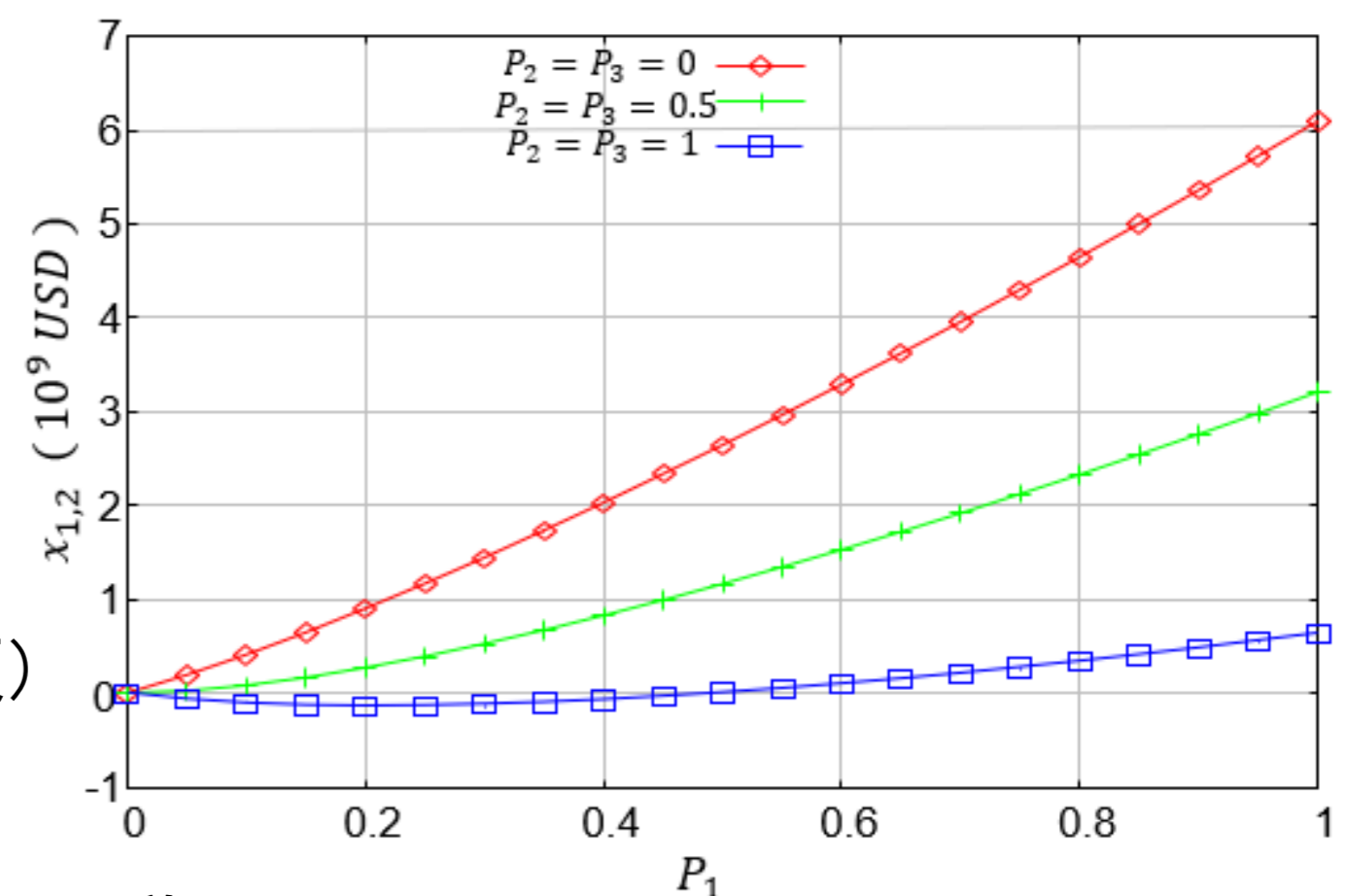


- $S \ll$ 小さいとき
- $\Delta R_1 < 0, \Delta R_{2,3} > 0$ (従来通り)
- $S \gg$ 大きいとき
- $\Delta R_1 < 0$
 - レイヤ1は自然にICNを導入

ナッシュ交渉解

- 両者の効用の積を最大化する合意案
 - 協力して得た成果の合理的な分配法
- トランジット費:一方の利益が一方の損失になるゼロサム
- アクセス費:市場への新たな資金の流入
- ⇒ 協力(=ICN導入で)より大きな利益
- 効用(=収益の変化量)の積を最大化する点を求め、調整金を導出
- $x_{k,j}$:レイヤj ISPからレイヤk ISPへ渡す額の総計

$$x_{k,j} = \frac{\Delta R_j - \Delta R_k}{2} \text{ (利益の折半)}$$



- $P_1 = 0 \sim 1$
- $P_2 = P_3 = 0, 0.5, 1$
- $x_{1,2}$ (レイヤ2からレイヤ1へ渡す額)
 - P_1 の増加(新たなICN導入)
 - $x_{1,2}$ の増加
 - レイヤ2の収益増加効果UP
 - P_2, P_3 の増加
 - $x_{1,2}$ の減少
 - ICN導入の他レイヤに対する影響が減少

4. 今後の取り組み

- より現実的な状況に近づける
 - ICN普及のさせ方を変更し、数値評価
- その他調整方法の検討
 - 平等さの向上
 - 各ISP間での交渉を考慮
- 実トポロジを対象に検証
 - 同様のインセンティブメカニズムが適用可能か