

平成23年度「光統合ネットワークの管理制御およびノード構成技術に関する研究開発」の研究開発目標・成果と今後の研究計画

1. 実施機関・研究開発期間・研究開発費

- ◆実施機関 大阪大学(幹事者)、大阪府立大学
- ◆研究開発期間 平成22年度から平成25年度(4年間)
- ◆研究開発費 総額84百万円(平成23年度 24百万円)

2. 研究開発の目標

大規模なネットワークにおける網制御という、時間的・空間的に高い性能を要求されるシステムにも適用可能な性能を有するエージェントシステムについて検討し、それを生かした柔軟なユーザインターフェイス技術及びネットワーク運用管理技術を提案する。

3. 研究開発の成果

(ア) リアルタイムマルチエージェントシステムの構築

1. エージェント実行制御技術
2. エージェントスケジューリング技術

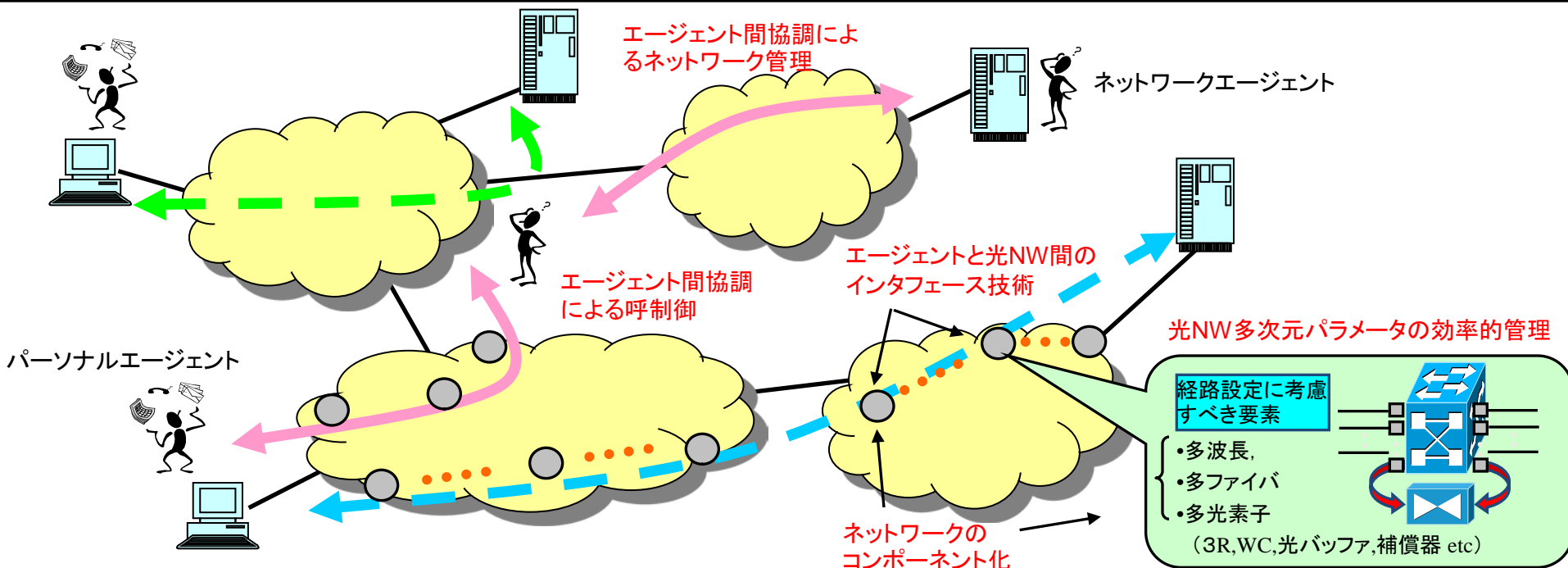
(イ) 光ネットワーク運用管理

1. 光ネットワーク関連情報収集法技術
2. RWA問題の基本方式

(ウ) パーソナルエージェントによる呼制御

1. 分散呼制御アルゴリズム
2. ネットワークスケジューリング技術

上記要素技術の結合により光の高速性を最大限に生かすネットワーク/サービス制御プラットフォームを構築する



(ア)リアルタイムマルチエージェントシステムの主な成果

処理状況を考慮したエージェント実行制御技術

○リアルタイム性の高い処理向け

- ・エージェントの処理状況を数値化(スコアリング)
- ・スコア向上期待値(EIS)を導出

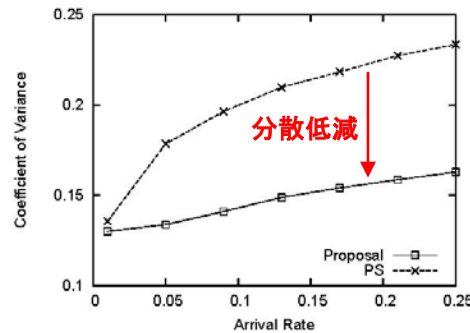
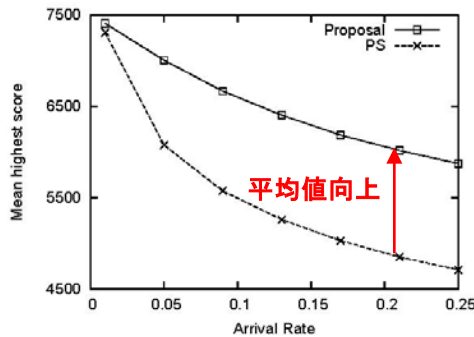
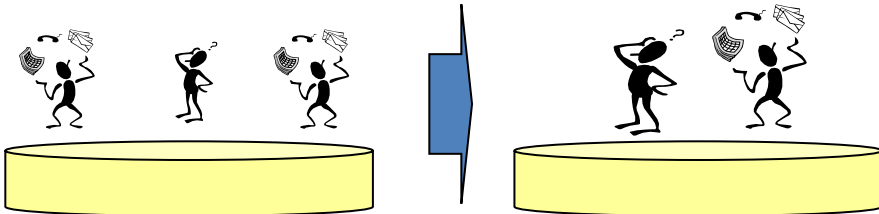
$$EIS = D \int_S^{\infty} (x - S) \cdot F(x)^{D-1} \cdot f(x) dx$$

S : 現在獲得している最高スコア $f(x)$: スコア分布の確率密度関数

$F(x)$: スコア分布の分布関数

D : 獲得データ数の期待値

- ・混雑時にEISの低いエージェントの実行を停止
→他のエージェントの利用リソース増加



効率性と公平性の両方を改善

制限時間を考慮したエージェントスケジューリング技術

○準リアルタイムな処理向け

- ・ユーザ毎に待てる時間が異なる
- ・エージェントの実行順を調整して全体の満足度を向上
→EISの高い順に実行するが適宜再割り当て

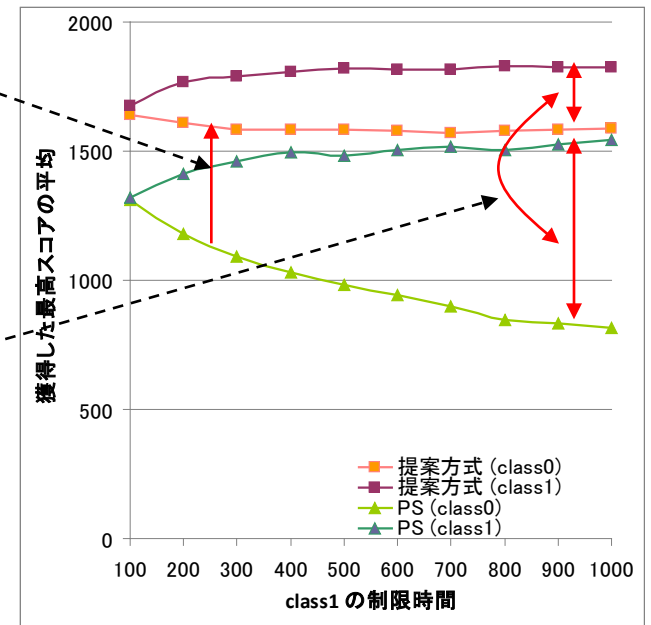
再割り当てタイミング

1. ノード上に新しいエージェントが到着したとき
2. 実行エージェントが終了したとき
3. 実行エージェントの最高スコアが更新されたとき
4. 休止エージェントと実行エージェントのEISが入れ替わる最も早い時刻

平均値向上

クラス間の差を低減

※class0の制限時間を100で固定してclass1の制限時間を変化



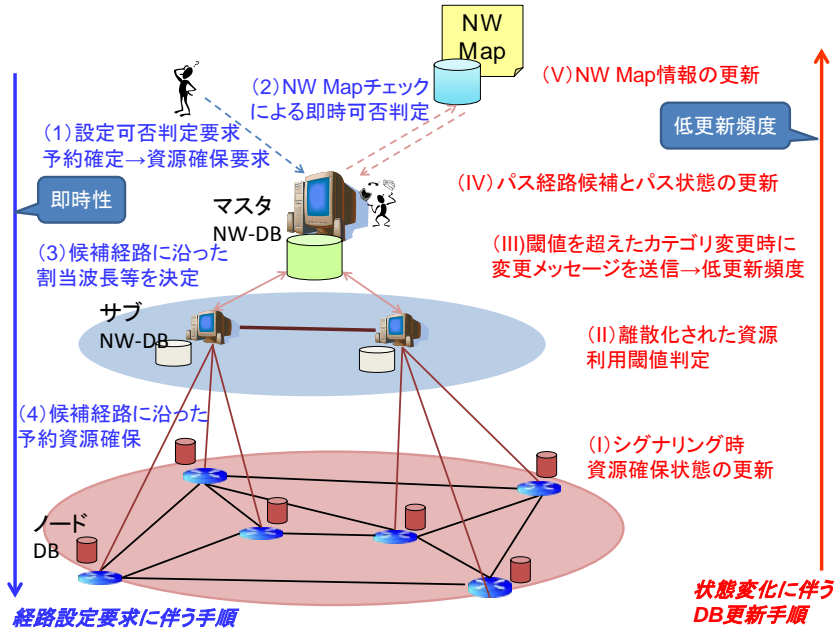
ソフトウェア実装

- ・フリーエージェントソフトウェアPIAXを用いて実装
- ・シングルコア/クロック周波数2GHz程度のCPUで1件あたりの処理時間15msの検索に対して有効に動作することを確認 → 十分に実用的

(イ) 光ネットワーク運用管理の主な成果

S3-ONプラットフォームと光ネットワーク関連情報収集技術

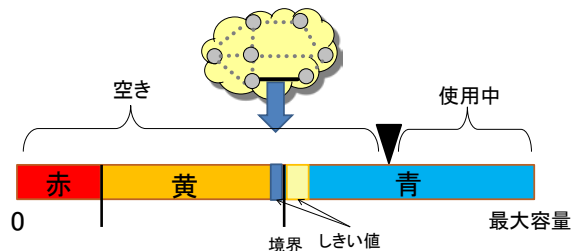
プラットフォーム構成 & 要求に応じた経路設定と関連情報の収集管理



ルーティング処理と波長割当の分離処理

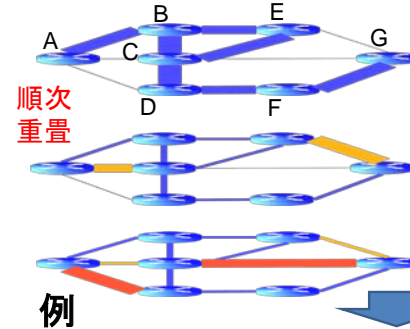
- ルーティング処理: 低頻度更新
- 波長割当処理: Signalingにより波長資源確保

S3-ONにおける資源利用状態に基づくクラス分けリンク管理



- 管理情報を縮退
ネットワークコンポーネントの上位階層での管理情報を簡単化
- クラス変更のためのマージン閾値設定を導入
クラス境界にヒステリシスを持たせてリンクの状態変化情報の発生頻度を抑制

多重QoSオーバーレイを用いた経路候補情報作成法



クラス: 青の経路候補

A->B->C->D->F->G
空き帯域が大きい経路

クラス: 黄(+青)の経路候補

A->B->E->G
中負荷リンクを含み得る経路

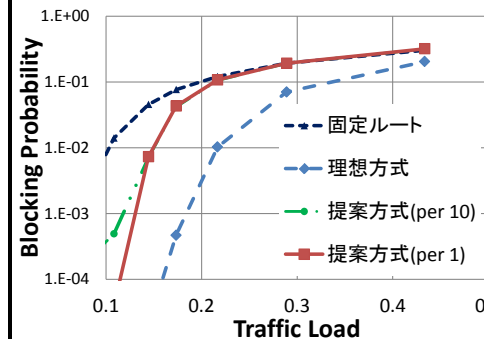
クラス: 赤(+黄+青)の経路候補

A->C->G
最短経路
高負荷リンクを含み得る経路

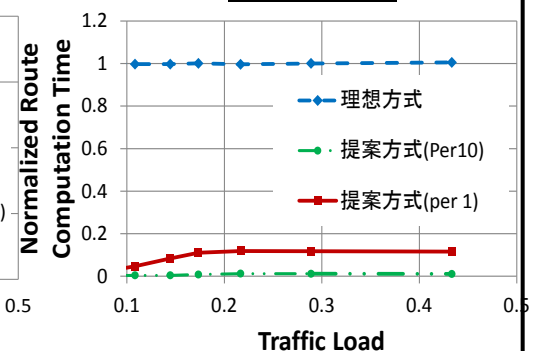
送信元ノードID	送信先ノードID	QoS情報	経路
A(境界ノード)	G(境界ノード)	青	A->B->C->D->F->G
A(境界ノード)	G(境界ノード)	黄	A->B->E->G
A(境界ノード)	G(境界ノード)	赤	A->C->G
		⋮	

S3-ONによる経路設定処理の基本特性評価

呼損率



経路計算回数



固定ルート方式より優れている

12%未満まで経路計算回数を削減

- スケーラビリティ増大
- ・経路計算を抑制
 - ・制御メッセージの削減

- 提案方式 (per 1)・・・リンクのクラス変化が起きる度に、経路計算
- 提案方式 (per 10)・・・リンクの状態変化、10回毎に、経路計算
- 固定ルート・・・最初に、予めダイクストラ法によって求めた最短経路
- 理想方式・・・要求発生毎に使用波長情報収集+経路計算

(ウ) パーソナルエージェントによる呼制御の主な成果と今後の課題

提案プラットフォームにおける呼制御技術

パーソナルエージェントによる呼制御の手順

- ① 要求するサービス内容(コンテンツ)とサービス品質をユーザーエージェントとして記述
- ② 自律的にクローンを生成しながらサービスコンポーネントを探索
→ エージェント実行制御技術の適用
- ③ サービスコンポーネントとネットワークコンポーネントを連結してサービス全体を生成
→ ネットワークマップを参照

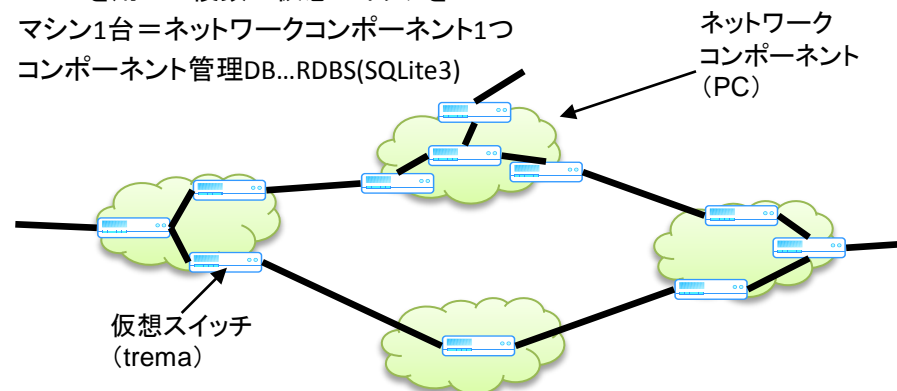
②+③で1秒以内の処理完了を目標



プロトタイプによるフェージビリティ評価

プロトタイプ実装

- OpenFlowによるパス設定
- tremaを用いて複数の仮想スイッチをエミュレート
- マシン1台=ネットワークコンポーネント1つ
- コンポーネント管理DB...RDBS(SQLite3)



基本動作を確認

4. これまで得られた成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	プレスリリース	展示会	標準化提案
光統合ネットワークの管理制御およびノード構成技術に関する研究開発	0(0)	0(0)	1(0)	27(22)	0(0)	0(0)	0(0)

5. 今後の研究開発計画

これまでに確立した各要素技術を結合し、プラットフォーム全体の定量的評価を進めると共に、最終目標達成に向けて必要な方式改良に関する知見を得る。具体的には、プロトタイプ実装を用いて実処理時間の測定を行い、それを反映させた大規模シミュレーションによってスケーラビリティを評価する。このとき、JGN-Xなどの実験ネットワーク上での運用を実施し、実用性に関する検証も行う。