

新世代ネットワーク技術戦略の実現に向けた萌芽的研究

ソーシャルメトリックに基づく新世代の統合アーキテクチャ

体制: 京都大学(受託), 電気通信大学(再委託), 神戸デジタル・ラボ(再委託), Rutgers University(海外連携)

期間: 平成22年度(1年間)

● 背景:

- 現インターネットにおいては, モノ-モノ間の社会距離(=相互の信頼性・必要性・関連性)が近くても, 物理距離(=到達できる早さ・範囲)が近いとは限らない. 逆に社会距離が遠いものが近すぎる問題がある
- オンラインソーシャルネットワーク, モバイルセンサー, Webクローリング等により, 関係を表すリッチなコンテキスト情報が得られるようになった

● 目標:

- 人-人, 場所-場所, 人-場所, 人-モノ, モノ-場所...といった関係をソーシャルネットワークで表現し, 関係の強さをソーシャルメトリックという一元的指標で表すことを提案する
- 提案メトリックに基づく資源・サービス制御によって, ユーザが真の価値を享受できる安心・安全なネットワークの実現を目指す

● 課題ア(ソーシャルメトリック評価・管理技術)

- ソーシャルレイヤに存在する実世界のエンティティをとりこみ, 一対のエンティティ間の社会的距離をソーシャルメトリックと呼ぶ一元的な指標で評価し, エンティティをとりまくコンテキスト(物理的位置など)と合わせて管理する技術

● 課題イ(エンティティ統合化情報ストラクチャ)

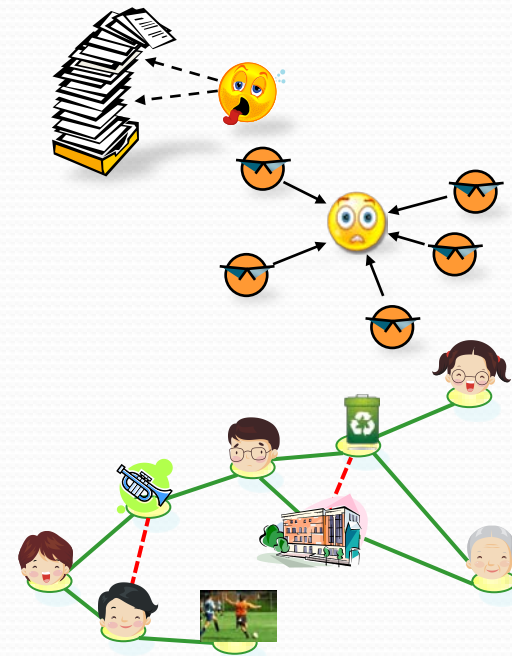
- 実世界のものも含め, 多様かつ時々刻々と変化・発生する定型化が困難な様々なエンティティを管理・制御するために, これらを一元的に記述する情報ストラクチャ

● 課題ウ(仮想ネットワーク資源制御技術)

- 物理ネットワークレイヤの制約条件(物理伝送速度, ノード性能)や状態(エラー, 輻輳)を考慮して, 仮想資源を高効率に利用しながら, ソーシャルメトリックに応じて仮想ネットワークのトポロジ・経路・帯域を制御する技術

● 課題エ(エンティティ動的配置技術)

- コンテンツやサービスなどネットワーク上を動かことができるエンティティを, 仮想ネットワーク資源の状況および物理的位置も含めたコンテキストを考慮して, セマンティックに動的配置させる技術



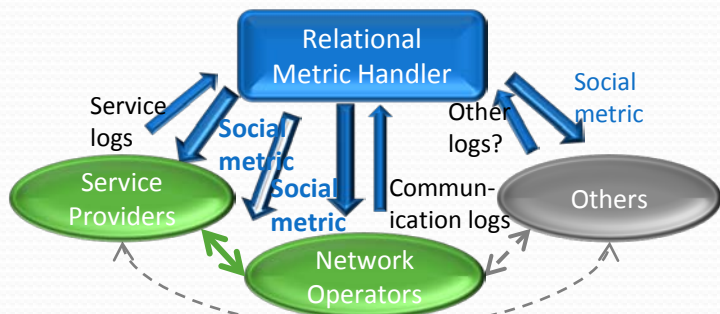
全体の成果

ソーシャルメトリックに基づく資源・サービス制御のためのシステム構成・フレームワークを考案した。基本機能で構成されるプロトタイプを開発した。

システムの動作

1. サービスのトリガーを検知する
2. 実世界の情報が付加される
3. 入力されたエンティティが解釈・表現され、当該サービスの対象エンティティ群が選ばれる
4. 対象エンティティ群で対象ネットワークが形成される。
5. データベースから関連するエンティティが取り出され、評価対象のネットワークが拡大される。ソーシャルメトリックの大きさに基づいて出力すべきエンティティが抽出される。
6. 抽出されたエンティティ群がソーシャルメトリックの大きさに基づいて可視化されるよう処理を行う
7. サービス・資源がソーシャルメトリックに基づいて提供される

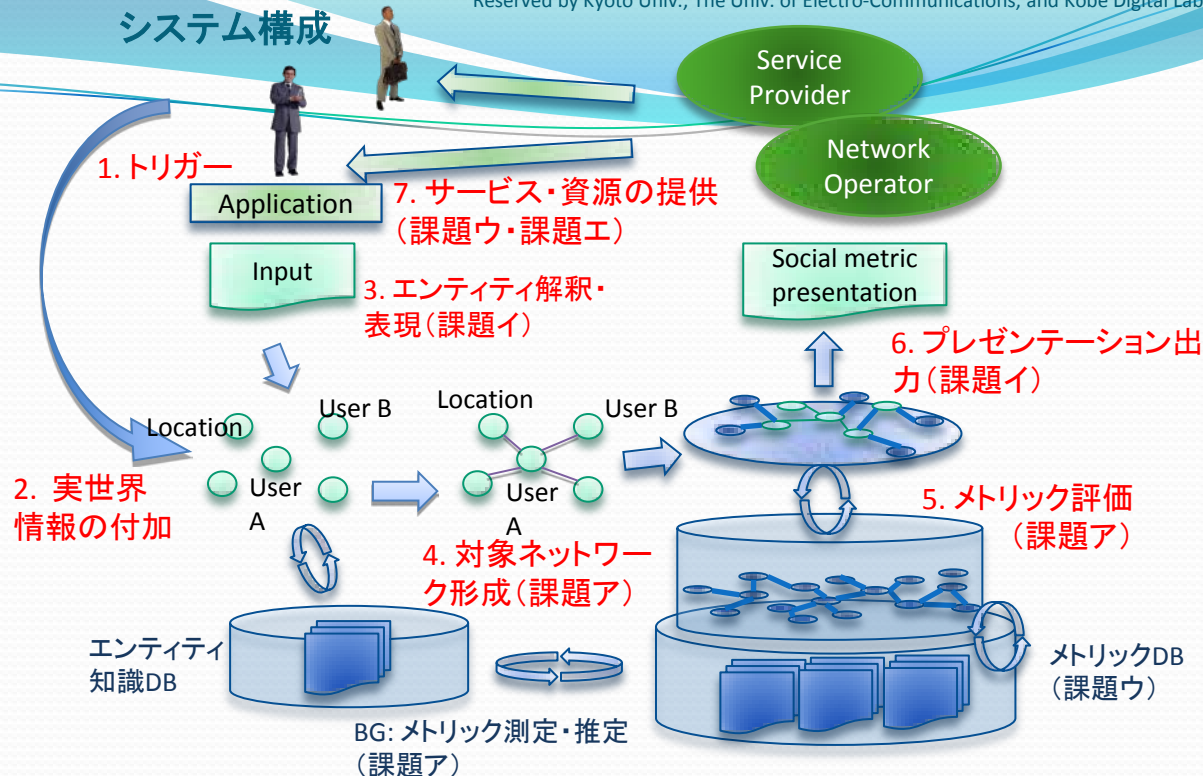
統合制御のためのオープン・フレームワーク



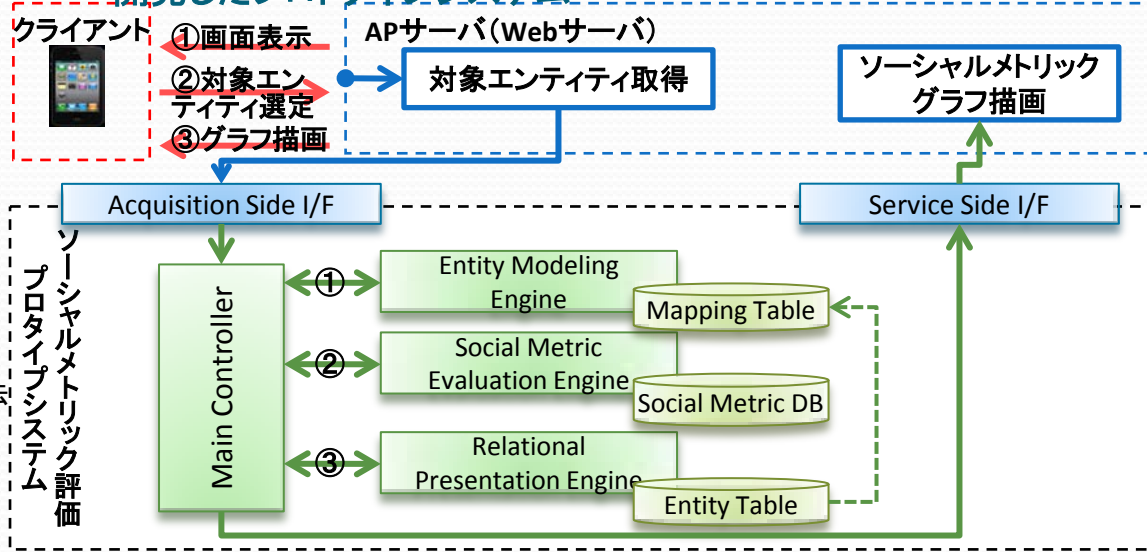
RMHが提供するソリューション

- 無数のログからソーシャルメトリックを抽出する方法
- ソーシャルメトリックのような関係性を保持するためのストラクチャ
- ソーシャルメトリックを利用可能にするための入出力フォーマット

システム構成

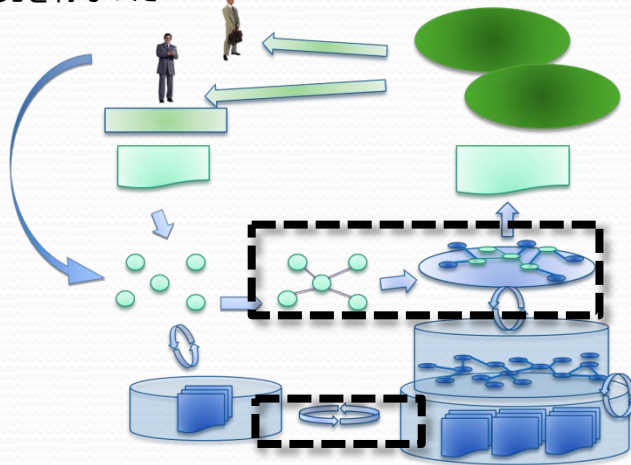


開発したプロトタイプシステム



課題Aの主な成果

対象エンティティ群で構成されるネットワークのソーシャルメトリックを評価するエンジン、エンティティの変化に応じてメトリックを(BGで)測定するエンジン、実測できないメトリックを(BGで)推定するエンジンについて研究開発を行なった



メトリック測定エンジン

- ・エンティティ間のソーシャルメトリックをどのように測定するかが課題
- ・ソーシャルな関係性を含むユーザの行動ログからエンティティ間のメトリックを生成する方法を検討
- ・ユーザの移動をシミュレーションし、ユーザ-場所間、ユーザ間のメトリック生成が実現できることを確認

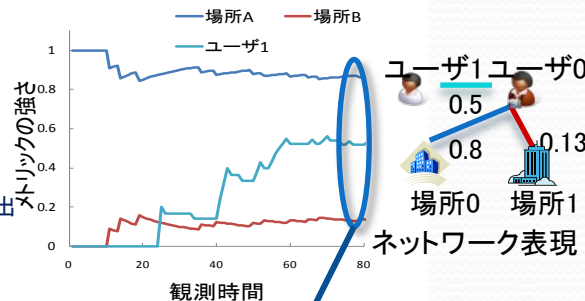
メトリック算出方法

ユーザ α - 場所X間メトリック算出: 場所Xに行った回数/移動した回数

ユーザ α - β 間メトリック算出: 共に場所Xに行った回数/一緒にいた回数

ユーザ	同行者	場所
ユーザ0	なし	場所B
ユーザ0	ユーザ1	場所A
ユーザ0	なし	場所B
ユーザ0	なし	場所A
...		

メトリックを算出



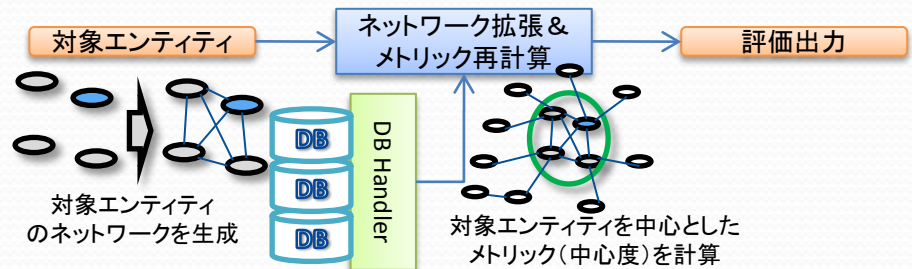
新たに生成されたメトリックは安定後、評価エンジンで用いられるようになる

メトリック評価エンジン

- ・評価対象のエンティティは動的に変化する。データベースに格納されたエンティティを再評価し、評価を出力することが課題
- ・対象エンティティ群をネットワーク化し、それにデータベースのエンティティを加えたネットワーク(拡張ネットワーク)に対して評価を行なう
- ・エンティティネットワークの中心度を利用したメトリック評価方法(特許出願予定)を考案、実装した

あるエンティティの他の50エンティティに対するメトリック評価に実測で1秒を要してしまう

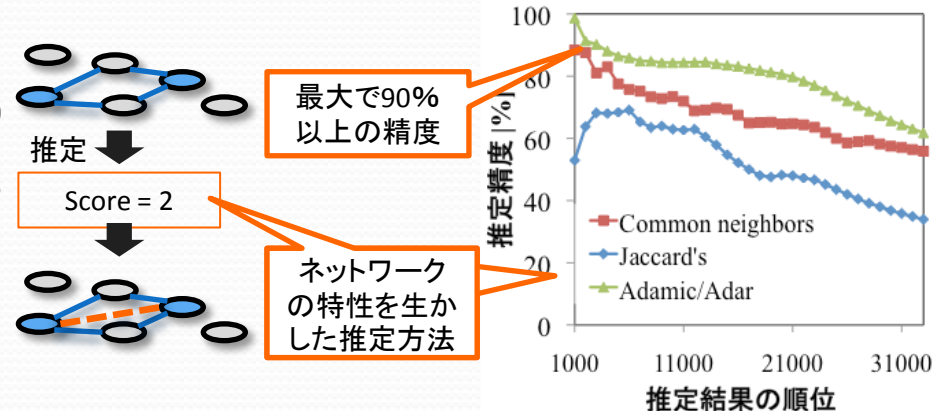
⇒ メトリックは事前に計算可能、中心度の計算だけなら1000エンティティのネットワークでも8msの遅延で可能



メトリック推定エンジン

- ・エンティティ間の潜在的な関係は実測データから直接取得できない
- ・既に得られているソーシャルメトリックから、エンティティ間の未知のメトリックを推定する方法を提案
- ・実際の学術データベースを用いて形成したソーシャルネットワークから人同士が興味を共有する関係を推定

Common neighbors, Jaccard's coefficient, Adamic/Adarといった指標による推定
⇒ 最大で90%以上の推定精度が得られた



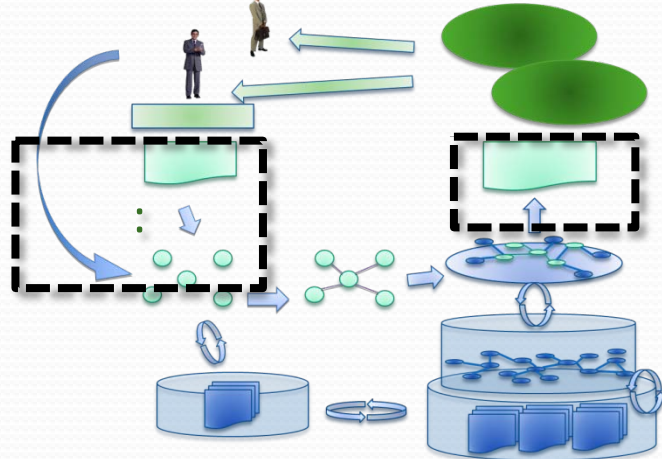
最大で90%以上の精度

Score = 2

ネットワークの特性を生かした推定方法

課題Iの主な成果

多種多様なエンティティを関係性を用いて表現する関係性指向データ表現, 実世界の入力の多様性を許容する多次元解釈エンジン, ソーシャルメトリック評価の結果を出力するためのプレゼンテーションエンジンについて研究開発を行なった



プレゼンテーションエンジン

- ・ソーシャルメトリック評価の結果から, 真に社会距離の近いエンティティを出力するために, 出力すべきエンティティの判断・抽出が課題
- ・ソーシャルメトリック評価結果として得られるネットワークにおいて, エンティティの中心度の高さにてソートすることで入力エンティティ群とメトリックの高いエンティティを出力可能
- ・AND検索, OR検索にてエンティティを抽出する場合に比べて**最大で20倍に精度が向上**
- ・ソーシャルメトリックの意味を表す「リンクタイプ」を導入, 対象エンティティ間のリンクタイプを考慮することで出力エンティティをさらに絞り込むことが可能

対象ネットワーク生成

両者はよく食事する
→リンクタイプ「食事」
のネットワークが生成

メトリック計算

プレゼンテーション

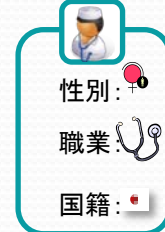
ユーザ間のリンクタイプを考慮し, 中心度の高いエンティティを出力

関係性指向データ表現

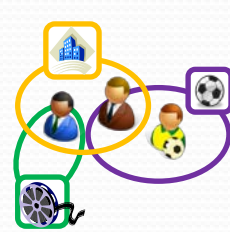
- ・多様な関係を表現し評価するために, エンティティ個々を詳細に記述するのではなく, **エンティティ間の関係性に着目し, ネットワークとして表現**
- ・全てのエンティティを「ノード」, エンティティ間の関係性を「リンク」とし, メトリックの強さは「経路長」で表現
- ・**最短経路の情報のみを保持する**
 - 直接リンクのないエンティティへは「次ホップ」をたどることで復元可能
 - 最短経路, 次ホップの情報に限定することで指数的な情報量を線形に低減できた
- ・意味解釈を必要としない: 実測された関係からエンティティを即座に記述できる

従来: 属性指向データ表現

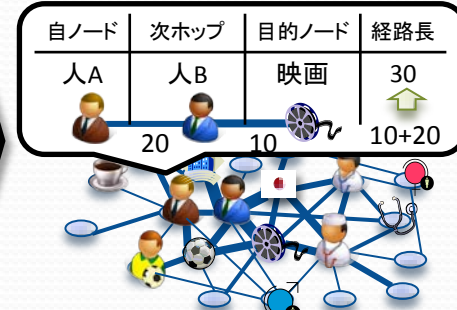
詳細属性



グループ分け



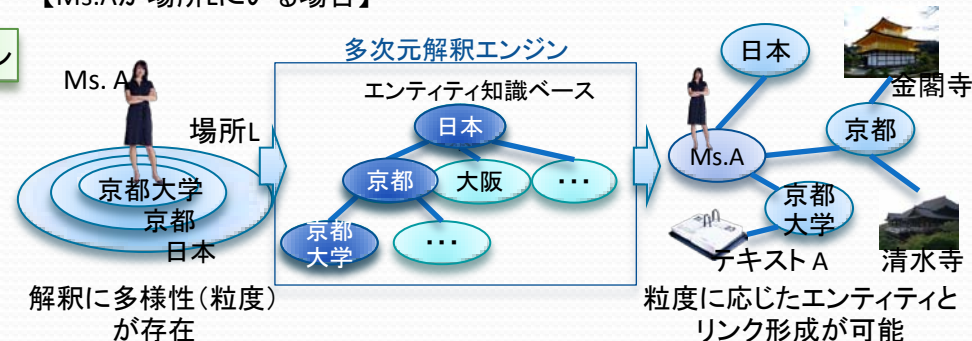
提案: 関係性指向データ表現



多次元解釈エンジン

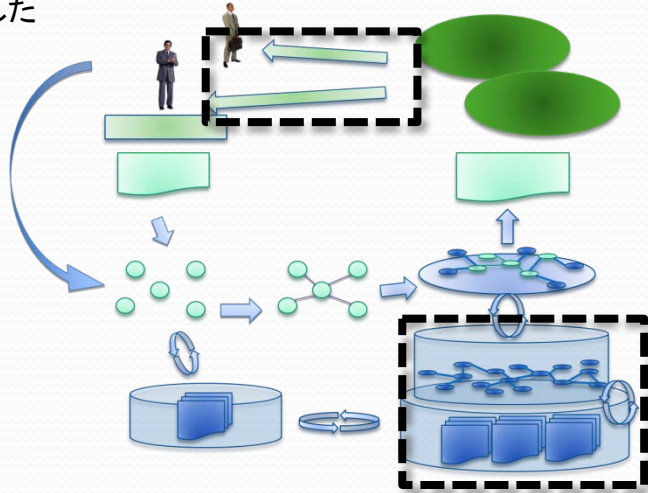
- ・意味解釈がなくても実際に観測された関係から事物・事象をエンティティとして取り込めるが, 例えば粒度を特定しなければ適切にエンティティが表現されない恐れがある
- ・システムに入力される入力情報に対する解釈の多様性(粒度)を許容するエンジン
- ・本研究では, 階層構造のエンティティ知識ベースによる入力情報の多次元解釈エンジンを検討
- ・解釈の多様性(粒度)を考慮し, 多様なエンティティとのリンク形成を実現

【Ms.Aが場所Lにいる場合】



課題ウの主な成果

ソーシャルメトリックに基づく資源利用、資源管理技術について研究開発を行なった。また、インフラを有しない環境において、モバイル端末により仮想ストレージを構成する技術を研究開発した



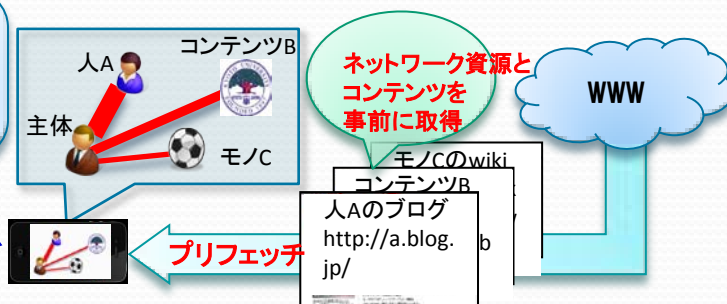
仮想ネットワーク資源制御

- ・ソーシャルメトリックを活用した効率的な資源利用を検討
- ・本研究にて新たに定義した指標であるソーシャルメトリックをもとに経路・帯域を制御し、エンティティに紐づいたコンテンツのプリフェッチを実現
- ・ソーシャルメトリックをもとに**ネットワーク資源を事前に確保し、中心度の高いエンティティと紐付けされたコンテンツを取得する**

⇒ ユーザに対してコンテンツへのポインタ、ネットワーク資源確保のプロセスを仮想化して遅延0を達成

- ・仮想ストレージと組合せて、事前に取得する情報の取得方法や保存場所、保存期間の最適化が今後の課題

ソーシャル
メトリック
評価プロト
タイプ
システム



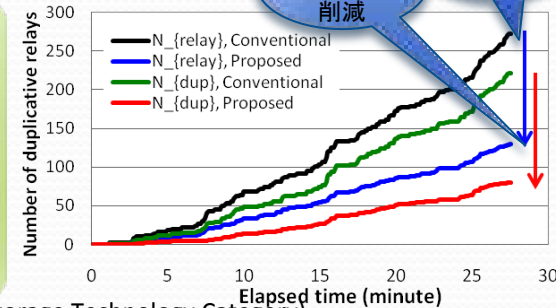
ソーシャル
メトリック
評価結果を取得

仮想モバイルストレージ

- ・インフラ(ネットワーク/サーバ)を有しない分散モバイル環境において、ソーシャルメトリックを計算・管理する必要性
- ・インフラネットワークを必要せず、実環境エリアに紐づき情報処理・管理可能な『分散協調型モバイルストレージのための“ネットワークアーキテクチャ”と“高効率情報共有アルゴリズム”』の研究(特許出願済)

効果:

- 交換パケット量を50%削減、蓄積時間を約6倍延長
- 組み込みOSへの提案、ミドルウェア設計・開発



ICCE Best Paper Award (Storage Technology Category)

IEEE CE Japan Chapter ICCE Young Scientist Paper Award

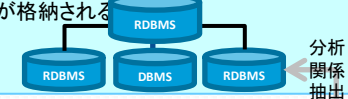
仮想資源管理技術

- ・増え続けるエンティティ情報や、ネットワーク資源の情報といった全てのデータの関連性をリアルタイムに検索・管理可能なストレージの実現が課題
- ・本研究ではデータ検索に最適化されたインデクシングレイヤと、データ管理に最適化されたデータストレージレイヤの2層構造を考案した(特許出願予定)

- インデクシングレイヤはエンティティ間の関係のみを管理する
 - 属性から導き出した関係を管理することで、検索時に不要なエンティティを対象から除外できる
- データストレージレイヤはエンティティに紐づいた実体を管理する

インデクシングレイヤ

グルーピングしたデータのインデックス情報が格納される



データストレージレイヤ

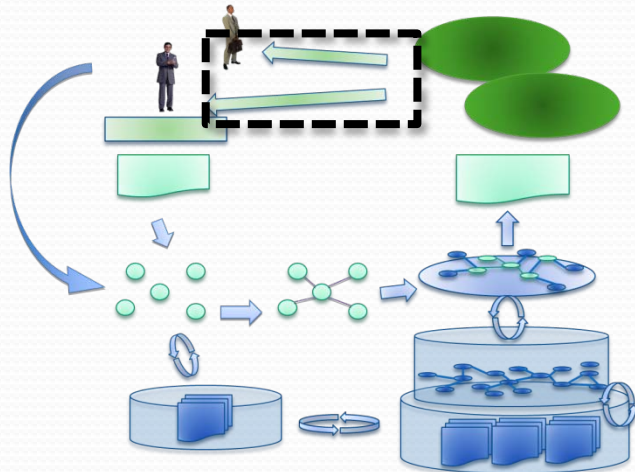
データの実体が格納される



- ・スケールアウト特性を備えた分散ストレージで構築することで増え続けるデータに左右されない構造とした
- ・対象となるデータの効率的な収集と属性分析アルゴリズムの最適化が今後の課題

課題エの主な成果

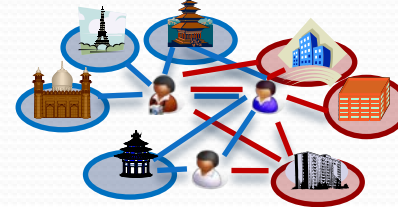
ソーシャルメトリックのアプリケーションとして、場所に紐づくコンテンツの配置について研究開発を行なった



場所に紐づくコンテンツの配置(1)

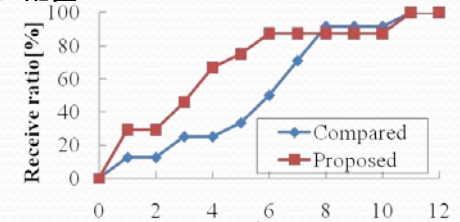
- 動的に変化する場所の特性に応じて、最適なコンテンツの配置が不可欠
(例) 特定エリアに集まる特定ユーザに対する最適な広告配信
- 最適なコンテンツマッピングを実現するため、ユーザの移動履歴から場所-ユーザ間、ユーザ-ユーザ間の関係をネットワーク表現して、場所に紐づくソーシャルメトリックを動的に算出
- 移動経路上でのコンテンツの自動配布をシミュレーション評価

グループがある場所によく訪れる
→ その場所に紐付いた関係が
ユーザ間に存在



複数種リンクタイプのネットワークが存在

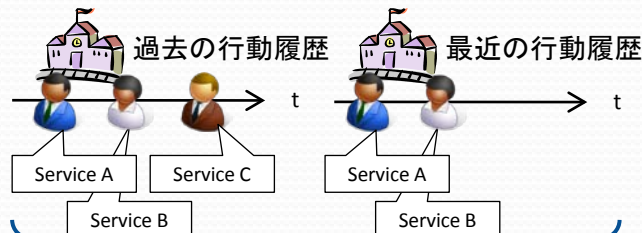
比較方式: 全体の中心にコンテンツを配置
提案方式: リンクタイプごとのネットワークの中心に配置



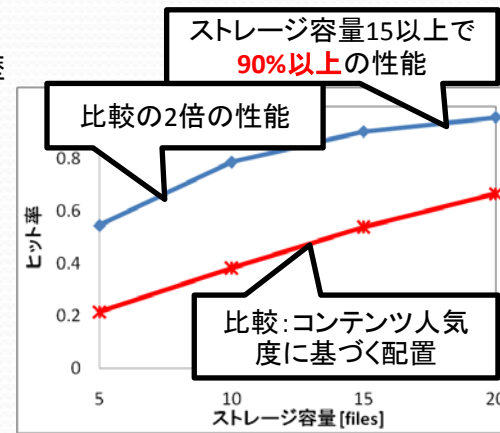
必要とされる範囲の50%まで
1/2の時間で配布できた

場所に紐づくコンテンツの配置(2)

- 場所に紐づくコンテンツサービスにおいて、場所毎のコンテンツ要求をどう予測するかが課題
- ユーザの要求コンテンツはコンテンツ作成者・場所・同行者等複数コンテキスト(ソーシャルコンテキスト)に依存
- 複数ユーザの行動履歴シーケンスから場所とコンテンツの関係性を評価、関係性の強いコンテンツを配置することでユーザのコンテンツ要求を従来の約2倍の精度で予測できた



過去の行動履歴と相関をとることで
その場所での次のコンテンツ要求を予測
ローカルの分散ストレージに配置



発表業績

	出願数
国内特許	3

※出願予定含む

※未発表投稿済含む

	発表数		発表数
研究論文	4	報道発表	1
外国発表予稿	6	展示会	2
収録論文	5	その他	1
一般口頭発表	8	受賞	2

- 電子情報通信学会英文論文誌 採録決定他, 研究論文3件を国内海外誌へ投稿
- IEEE ICC2011 Workshop FutureNetIV 採録決定他, 国際会議での発表3件, 投稿2件
- IEEE ICCE2011にてBest Paper AwardならびにIEEE CE Japan Chapter ICCE Young Scientist Paper Awardを受賞
- 電子情報通信学会研究会・大会にて多数発表
- 3rd EU-Japan Symposium on the "Future Internet" Network/Computation Service Platform Trackにて(依頼)講演
- ワイヤレスジャパン2011 (2011年5月25~27日)出展決定

ICCE Best Paper Award
(Storage Technology
Category)IEEE CE Japan Chapter
ICCE Young Scientist
Paper Award

今後の計画

国際ワークショップIPSoN 2011

- IPSoN: Integration of Physical and Social-Network Sensing & Mining
CREATE-NET(EU), MIT(US), ATOS Research(EU)との共同提案・オーガナイズ
- 国際会議DIWT2011のワークショップとして採択された
- オンラインソーシャルネットワーク, モバイルセンサー, Webクロール
ングによって取得される, 関係を表すリッチなコンテキスト情報を分析・応
用する技術(ソーシャルメトリックがキーワードに明に含まれている)

EU-Japan Joint Workshop@Kyoto

- Online Social Networks and Physical Sensing Integration
- CREATE-NETとのCo-chair
- 産学官から日欧10名~ずつを招待する予定

The Fourth International Conference on the Applications of Digital Information and Web Technologies (ICADIWT 2011)
August 04-06, 2011
University of Wisconsin-Stevens Point, USA
Technically co-sponsored by the IEEE Communications Society.
The proceedings will be published and indexed in IEEE Xplore.

ICADIWT:2011

Home
Important Dates
Paper Submission
Camera Ready

ICADIWT 2011 Workshops

CALL FOR PAPERS
First IPSoN 2011 International Workshop
Integration of Physical and Social-Network Sensing & Mining

Co-located with Digital Information and Web Technologies Conference
ICADIWT 2011
University of Wisconsin-Stevens Point, USA. August 4-6, 2011.

Accepted workshop papers will be published in the ICADIWT 2011 proceedings

HOME VENUE CONTRIBUTIONS AGENDA ORGANIZERS

NEXT MEDIA future media internet

EU-Japan joint WORKSHOP

Challenges and Opportunities of Online Social Networks and Physical Sensing Integration

Kyoto, Japan
June 10th, 2011

Chairs: Ryoichi Shinkuma (Kyoto University) and Oscar Mayora (CREATE-NET)

INTRODUCTION

As a result of a recent event organized by the EU Commission "3rd EU-Japan Symposium on Future Internet and New Generation Networks" (Tampere, Finland, Oct., 2010), it was identified the need and opportunity for establishing direct dialog between EU and