

知識を用いた複数アクセス回線の効果的な利用手法

伊藤 仁^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}

^{†1} 東北大学 大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1. はじめに

インターネットへのアクセス回線は、光回線や公衆電話網を用いた有線固定回線の他に、近年では広域無線アクセスが普及しつつあり、複数のアクセス回線を一般ユーザが利用可能な環境がごく一般的になりつつある。しかしながらユーザ端末またはユーザ管理のインターネット接続機器において複数アクセス回線利用の設定を行うためには専門的な知識が必要であり、一般ユーザには負担が大きい。

これまで、我々はSDN(Software Defined Network)の概念を導入し、ユーザが設定したポリシーに基づき複数アクセス回線へ効果的にトラフィックを振り分ける手法を提案してきた[4, 5](図1)。しかし、現状では回線の情報とフロー情報のみに着目しているため、ユーザの状況やアプリケーション毎に異なる要求を考慮した動的なアクセス回線の選択は困難である。そこで本研究では、前述の手法を拡張し、知識表現技術を用いてユーザのプロフィール、アクセス回線のパフォーマンスや前提知識、アプリケーションに関する知識等をモデル化する手法を検討する。そしてネットワークから取得できる情報を基に、モデル化された知識と回線利用ポリシーを用いて動的に回線選択を行うアルゴリズムを提案する。これにより、災害時など通信インフラの不安定な状況においても、ユーザやネットワークの状況を考慮に入れた適切なアクセス回線選択が可能となる。

2. 関連研究と課題

インターネットへの複数アクセス回線を効果的に利用することで、利用帯域を増加させたり、セキュリティやユーザのプライオリティを考慮して回線を使い分けるなど、高度なインターネット利用が実現できる。効果的なアクセス回線選択を実現するための研究例として、ANSDFを用いたもの

[1]や、知識を用いた回線選択手法[2]などがある。

文献[1]は、一つのアクセスポイントを多数のユーザが利用するとアクセス回線のパフォーマンスが低下することに着目し、ユーザの回線選択ポリシーの他にアクセスポイントの混雑度を考慮に入れた回線選択アルゴリズムを提案している。しかし、回線選択の決定を端末側で行うということからネットワーク管理者やネットワークのパフォーマンスを十分に考慮することが困難である。さらに、対象となるアクセス回線は無線回線に限定される。

また、文献[2]は、アクセス回線の情報やQoSに関する情報、アプリケーションに関する情報をオントロジーを用いてモデル化。回線の属性やスケールに依存しない動的な回線選択アルゴリズムを提案している。しかし、ユーザに関する情報には着目しておらずユーザの状況を十分に考慮したアクセス回線選択が困難である。

3. 提案手法

3.1. 知識のモデル化

アクセス回線選択のために有用となる各種情報を知識として整理し、有効活用することで、アクセス回線の質・量が動的に変化するような状況においてもユーザにとって適切な回線選択を提供することが可能である。そこで、我々はオントロジーを用いてユーザ、アプリケーション、アクセス回線に関する知識をモデル化する手法を提案する。

ユーザがインターネットへアクセスする際、何らかの端末を用いるため、ユーザのプロファイルとしてIPアドレス、MACアドレスのような端末を特定できる情報を記述する。さらに、許容コスト、回線使用ポリシー、回線選択優先度等を記述することで、ユーザの回線使用の傾向を表現する。

アプリケーションに関する知識は、名称、ポート番号、プロトコル、要求帯域、データサイズ等によりモデル化する。以下にアプリケーションの表現例の一部を示す。

(1) アプリケーションの記述例

```
Application 01 app:name "HealthCare Dataset"
Application 01 app:port "25"
Application 01 app:protocol "SMTP"
Application 01 app:datasize "52"
Application 01 app:security score "7"
Application 01 app:security "High"
```

アクセス回線に関する知識としては、規格や変調方式、公称速度、セキュリティのような前提知識を静的知識としてモデル化する。また、使用率や遅延、ジッター、パケット損失のようにその時点での状況に依存して変動するような情報を動的知識としてモデル化する。このようにアクセス回線をモデル化することで様々な性質の回線を正規化して表現可能となる。以下にアクセス回線の表現例の一部を示す。

(2) アクセス回線の記述例

```
AccessLine 01 al:name "Line1"
AccessLine 01 al:access line "IEEE802.11n"
AccessLine 01 al:nominal speed "65Mbps - 600Mbps"
AccessLine 01 al:bandwidth "20/40MHz"
```

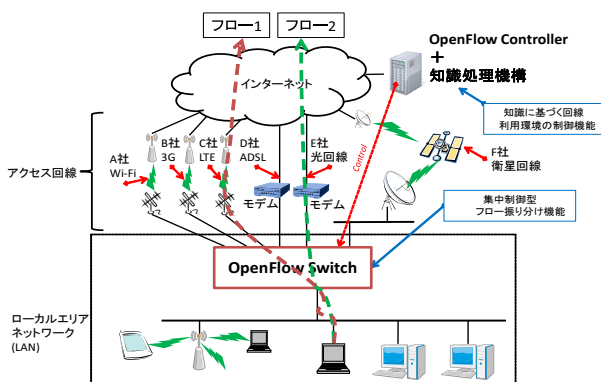


図1 複数アクセス回線選択の概要

A Method for effective use of Multiple Internet Connections based on Knowledge

Jin ITO^{†1}, Toru ABE^{†1,†2} and

Takuo SUGANUMA^{†1,†2},

^{†1}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2}Cyberscience Center, Tohoku University

AccessLine 01 al:modulation “OFDM”
 AccessLine 01 al:security “WPA2”
 AccessLine 01 al:security score “8”

3.2. 知識を用いた回線選択手法

前節にてモデル化した知識とルールベースシステムを併せて使用することで、ユーザやアクセス回線の状況を推定し、状況に合わせて動的に回線選択を行う手法を提案する。回線選択のアルゴリズムとして、TOPSIS[3]をベースとし、それに知識を組み合わせることで状況に合わせた動的な重みづけの変更や、回線の属性のスケールに依存しない回線の評価を可能とする。アクセス回線の評価する際の属性として、回線の使用率 (UR) [%], 遅延 (D) [ms], パケット損失 (PL) [%], ジッター (J) [ms], 利用可能帯域 (AB) [Mbps], コスト (C), 規格名 (AL), セキュリティ (S), セキュリティスコア (SS) を対象とし、以下のような行列として表現する。セキュリティスコアは、前節 (2) のように暗号化の種類や強度などの静的な情報、つまり前提知識から導出される。

(3) アクセス回線の表現例

	UR	D	PL	J	AB	C	AL	S	SS
L1	30	90	10	8	80	70	IEEE802.11n	WPA2	8
L2	95	120	40	35	90	90	IEEE802.11a	WEP	2
L3	40	110	15	9	70	20	WiMax	AES	8

上記のようにアクセス回線を表現することで、知識を用いて以下のような推論が可能となる。例えば管理者が以下のルールをあらかじめ記述しているとすれば、回線 L2 は“低セキュリティ回線”と判断される。

(4) ルール例: トラフィック過負荷

$UR(?a > 90) \wedge D(?b > 100) \wedge PL(?c > 30) \wedge J(?d > 10)$
 $\wedge SS(?e > 7)$
 $\Rightarrow \text{assert(状態 (低セキュリティ回線))}$

以上のように知識を用いて形式的に表現することで、回線の状況を意味的に評価することや、その他にもユーザやアプリケーションに関するルールを記述することで、様々な状況を配慮した回線選択が可能となる。

3.3. 適用例

提案手法を基に知識を用いた回線選択の適用例について述べる。ユーザが“Health Care Dataset”を使用すると仮定すると、アプリケーションとしては前節 (1) のように表現され、秘匿性の高い情報を通信していると推測される。そのため、(1) のアプリケーションを使用するユーザは、通信の際、セキュリティの高い回線を使用することを求められる。この例の場合、(1) より要求セキュリティスコアが“7”で要求セキュリティは“High”と記述されているため、前節 (3) のアクセス回線では SS が 7 未満かつ低セキュリティ回線と判断された回線 L2 は棄却される。

次に、ネットワーク管理者がユーザに対して時刻 t における回線選択の際の重みを W_t のように設定していたとすると、各アクセス回線の評価は表 1 のようになる。

$W_t [UR, D, PL, J, AB, C, SS]$
 $= [0.2, 0.2, 0.2, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1]$

結果として、この状況においてユーザが選択するアクセス

表 1 アクセス回線の評価

	L1	L2	L3
R Value	0.612	0.381	-
Rank	1	2	-

回線は L1 となる。このように、動的な情報と静的な情報を併せて回線評価で用いることで、ユーザ、アプリケーションやネットワークの状況に対応した動的な回線選択が可能となる。

3.4. 考察

本研究では、動的な知識と前提知識のような静的な情報を用いた動的なアクセス回線選択手法を提案し、適用事例を示した。適用範囲については、本稿ではセキュリティを考慮した例について述べたが、知識の利用による状況推定により災害時のような通信インフラが不安定な状況においても適用できると考える。また、前提知識を用いることで、アクセス回線の効果的な利用のみでなく、挙動の不明瞭な通信フローを検出し通信の妥当性の判断に用いることも可能であると考えられる。

4. おわりに

本稿では、利用可能なアクセス回線の質・量が動的に変化するような環境を対象とし、知識に基づく回線の効果的な利用手法を提案した。アクセス回線選択に関する様々な情報を知識としてモデル化し、知識を用いた状況の推定を行うことで、結果としてユーザ、アプリケーションやネットワークの状況を考慮に入れた回線選択が可能となる。

今後は知識のより詳細なモデル化を行い、知識の活用範囲の拡充、関係情報等を用いた推論による知識の数値化について検討する。また、様々な状況をルールベースで推論可能な知識表現手法についての検討と、回線選択アルゴリズムの明確化を行い、SDN を用いた実ネットワークへの実装を目標に研究開発を進める予定である。

参考文献

- [1] Y. M. Kwon, et al., “ANDSF-based Congestion Control Procedure in Heterogeneous Networks,” International Conference on Information Networking (ICOIN), pp.547-550, 2013.
- [2] Mushtaq.S.A, et al., “An integration of semantics in Multi Criteria Decision Making for converged multimedia network management,” GLOBECOM Workshops (GC Workshops), 2011 IEEE, pp.712,717, 2011.
- [3] C.L.Hwang, et al., “Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications,” Springer Verlag, New York, 1981.
- [4] 野沢達也 他, “ソフトウェア定義型ネットワークに基づく複数接続回線の効果的な併用手法,” 第 75 回情報処理学会全国大会予稿集, 5E-7, 2013.
- [5] Takuo Suganuma, “Resilient Networking Technology for Disaster Medicine Based on Software Defined Network,” Proc. of the 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2013) (July 2013).