

Scenargie を用いたモバイルインターネット教材作成への 取り組み

檜原茂^{†1} 金田茂^{†2} 高井峰生^{†3}

モバイルインターネットを学ぶためには、OSI 参照モデルの各層のプロトコルだけでなく、電波伝搬、移動モデル等の影響も含め、体系的に学ぶ必要がある。しかし、これらを体系的に学ぶ教材は不足している。そこで、現在我々は、理論だけでなく Scenargie シミュレータを用いて通信品質の評価を体験しながら、体系的にモバイルインターネットを学ぶことのできる教材作成に取り組んでいる。本稿では現在作成中の教材の特徴および内容について紹介する。

Making Teaching Material for Studying Mobile Internet using Scenargie

SHIGERU KASHIHARA^{†1} SHIGERU KANEDA^{†2}
MINEO TAKAI^{†3}

To study mobile Internet, it is important to systematically study them from the physical layer to the application layer, including radio propagation, mobility models and so forth. However, such teaching materials have not been published. We are therefore trying to make teaching materials to systematically study mobile Internet through simulation experiences in addition to theories. This poster introduces the features and the contents of the teaching material in the working progress.

1. はじめに

ラップトップやスマートフォンによるモバイル環境でのインターネット利用が日常となっており、モバイルインターネットでの QoE (Quality of Experience) を向上させるために、多くの研究者や技術者がモバイルインターネットの通信品質の向上を目指し日々研究開発を続けている。また、モバイル環境に合わせた新たなサービスやアプリケーションの研究開発も盛んに行われている。今後さらに、モバイルインターネットを対象とした研究開発は重要となる。

現在、様々な研究会や国際会議等において、新たなモバイルインターネットに対するサービス、アプリケーション、プロトコル等が提案されている。それらは魅力的な提案であり、モバイルインターネットの可能性を引き出す上でも非常に有用である。しかし、新たな提案を行う際には、方式提案だけでなく、有効性を適切に評価することが非常に重要となる。特に、モバイルインターネットを対象とした研究開発は、安定した通信品質を提供できる有線ネットワークとは異なり、電波伝搬や移動モデルなどの変動要因が多く存在するため、これらの影響を理解した上で、下位層から上位層までの通信性能を総合的に評価する必要がある。そのため、モバイルインターネットを理解するためには、単に OSI 参照モデルだけの知識だけにとどまらず、電波伝

搬等に関する知識も必要となる。

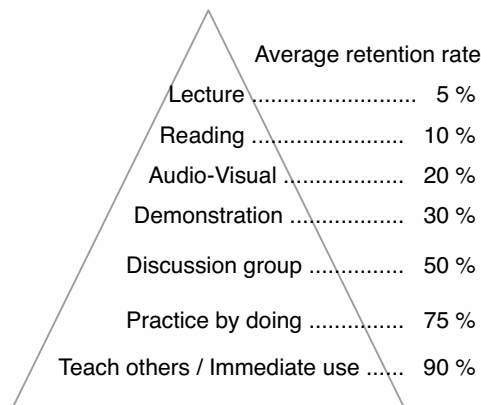


図 1 学習ピラミッド [1]

Figure 1 The Learning Pyramid [1]

モバイルインターネットを学習する方法としては、参考書をもとに独学で学習する方法と、大学の講義等で学習する方法とに大きく分けられる。本論文では特に講義ベースの学習を対象として話をすすめる。例えば、大学の講義においては、インターネットの仕組みを教える際に有線ネットワークを対象としていることが多く、また、有線ネットワークだけでも膨大な内容を取り扱う必要がある。一方、モバイルインターネットにおいては、電波伝搬のようにそれだけで一つの科目となる内容も強く関連しているため、総合的に学習する必要があるが、モバイルインターネットの一科目ですべてを取り扱うには時間の制約があり困難である。また、図 1 に示すように講義だけで理解を深めるこ

^{†1} 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology (NAIST)

^{†2} 株式会社スペースタイムエンジニアリング
Space-Time Engineering Japan, Inc.

^{†3} カリフォルニア大学ロサンゼルス校
大阪大学

University of California, Los Angeles (UCLA)
Osaka University

とも困難である。

モバイルインターネットの授業において、このような複数の科目に密接に関わる内容を取り扱い、モバイルインターネットの理解を深める試みは既にバージニア工科大学で行われている[2]。授業形式としては、セメスター制で週に一度、講義 75 分、実習 75 分で進めており、講義だけでなく、実習を取り入れることで学生の理解を深めている。このように、モバイルインターネットを理解する上では講義だけではなく実習経験を通して理解を深めることが非常に重要となる。この講義では実際に機材を使用し、アドホックネットワークを構築したりするため、実習経験から様々な知識を獲得できる一方で、実験的な面でのコストも大きいため、授業として容易に実践することは難しい。

そこで、現在、我々は、無線通信の基礎をはじめとし、OSI 参照モデルの物理層からアプリケーション層までを体系的にかつ経験しながらモバイルインターネットを学習できる教材作成に取り組んでいる。作成予定の教材の特徴は、電波伝搬やOSI参照モデル等に関する理論に基づいた説明だけでなく、Scenargie シミュレータ[3]を用いて、自由に様々なモバイル環境を作成し、理論で学習した通信方式や通信性能等を確認しながら学習可能な点である。実際には、以下のようなステップをとることで、高い学習効果が得られると期待できる。

1. 理論の理解
2. シミュレーションによる実験
3. シミュレーション結果を理論に基づき理解

このように理論だけでなく、シミュレータを用いてプロトコルの動作や通信品質の変動を確認することで、モバイルインターネットの理解を深め、かつシステム等の有効性を適切に評価できる能力を養うことができると考えている。以下では、現在作成予定の教材内容と、現在作成中の内容について紹介する。

2. 作成予定の教材内容

作成予定の教材内容の概要について説明する。本教材では、モバイルインターネットを、電波伝搬、モバイルシステム、ミドルウェア、アプリケーション、モビリティの5つのカテゴリに分けて学習する。特に本教材では、モバイルインターネットの通信品質に焦点をあてているため、通信品質における各カテゴリ間の関係は図2のように示すことができる。図2に示すように、電波伝搬の特性がモバイルシステムに影響し、さらにミドルウェア、アプリケーションに影響していく。一方で、モビリティは電波伝搬の特性に影響を与えるが、電波伝搬の基礎特性、モバイルシステム、ミドルウェア、アプリケーションを理解した上で、モビリティの影響を学習するほうがより理解が深まると考えられる。そのため、本教材では、電波伝搬、モバイルシステム、ミドルウェア、アプリケーション、モビリティの

順で取り扱う。

以下では、各カテゴリにおいて対象とする内容の概要を示す。

【電波伝搬】

モバイル環境では、電波伝搬の特性がモバイルインターネットの通信品質に大きく影響する。ここでは、基本的な電波伝搬モデルである Free space path loss モデル、Two ray ground reflection モデル、Shadowing モデルをはじめ、フェージングモデル等の理論に基づいた特性を説明し、その後、Scenargie を用いて各電波伝搬の影響を実験する。また、電波伝搬が物理層からアプリケーション層までの各層の通信品質に与える影響についても概説する。

【モバイルシステム】

Aloha, IEEE802.11, WiMAX, LTE 等のモバイルシステムの制御方法やプロトコルの説明と、各モバイルシステムの制御パラメータと通信品質の関係について調査し、理解を深める。

【ミドルウェア】

モバイル IP やアドホックネットワーク等のルーティング手法やプロトコルの制御手法の理解と、モバイルインターネット上での TCP や UDP 等の通信方式の動作と通信品質を理解する。

【アプリケーション】

VoIP, ビデオストリーミング, FTP 等のアプリケーションのトラフィックモデルの説明と、モバイルネットワークのシナリオ上での通信品質を実験し理解を深める。

【モビリティ】

現実に近いモバイルシナリオを作成するために、モビリティモデルを説明し、モビリティモデルによる通信品質への影響について実験し理解を深める。

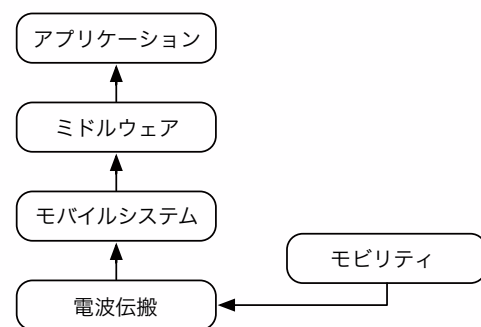


図 2 各カテゴリと通信品質の関連図

Figure 2 Communication performance impact among the categories

3. 電波伝搬における学習内容例

現段階では、電波伝搬に関する学習内容の作成を行なっている。以下では、電波伝搬における学習内容について述

べる。電波伝搬では、基本的な電波伝搬の理論を理解した上で、それらが通信品質に与える影響を理解する必要がある。本教材では、まず、電波伝搬モデルとして Free space path loss モデル、Two ray ground reflection モデル、Shadowing モデルの理論に基づいた説明を行い、その後、Scenargie を用いて、周波数、アンテナ位置、端末間の距離が電波強度へ与える影響を実験し確認する。また、フェージングモデルについての説明を行い、移動速度が電波伝搬に与える影響についても確認する。ここでは更に、簡単なシナリオを用いて、電波伝搬による電波強度の変動が、各層の通信品質にどのように影響を与えているかについても概説する。

実習では、Scenargie シミュレータを直感的に利用するために Scenargie Visual Lab を用いる。図3に示すように、Scenargie Visual Lab では GUI を使って簡単にネットワークシナリオを作成し、各パラメタの変更を行うことができる。そのため、プログラミング言語の経験がなくても容易に利用することができる。

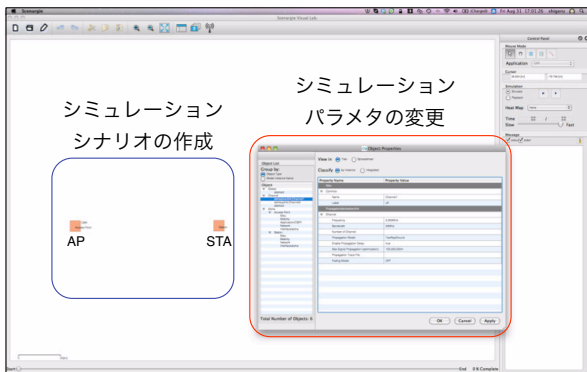


図3 Scenargie Visual Lab を使ったネットワークシナリオ作成

Figure 3 Making a network scenario using Scenargie Visual Lab

例として、図3に示すように、アクセスポイント (AP) と端末 (STA) からなるシンプルなネットワークトポロジを用いた実習について述べる。ここでは AP から STA へ Constant Bit Rate (CBR) で 1,000 パケット送信する。なお、AP と STA 間の電波伝搬モデルは Free space path loss モデルと Rayleigh fading モデルを用い、STA が 60 km/h で移動していると仮定する。そして、AP と STA に対して、各距離において得られた、受信電波強度、データフレームの送受信数、ACK フレームの送受信数、メッセージの送受信数をシミュレーションにより調査する。なお、Scenargie Visual Lab では異なるシードを用いてバッチ処理を行い、その結果をグラフ化することが可能である。その機能を用いて得られた結果を以下に示す。

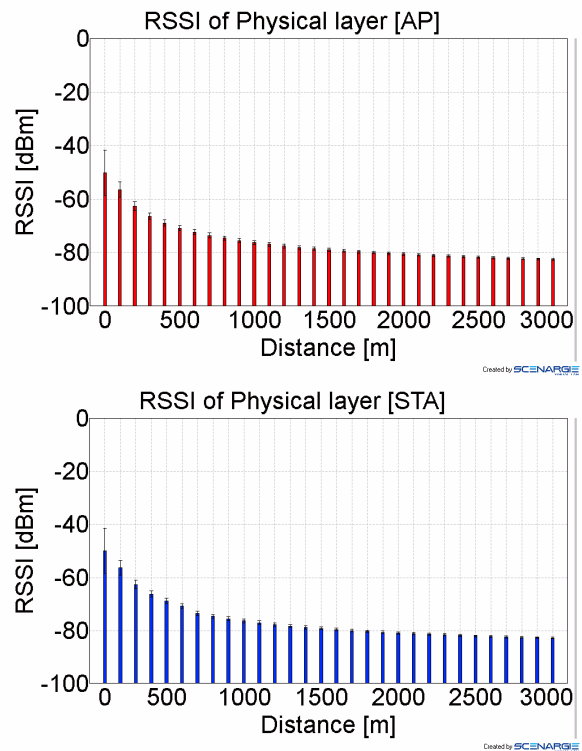


図4 受信電波強度

Figure 4 Receive signal strength indication

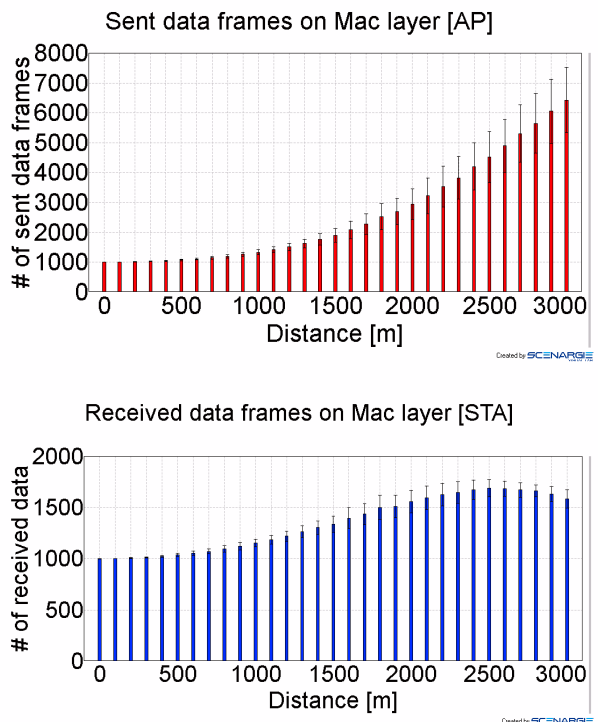


図5 データフレームの送受信数

Figure 5 # of sent and received data frames

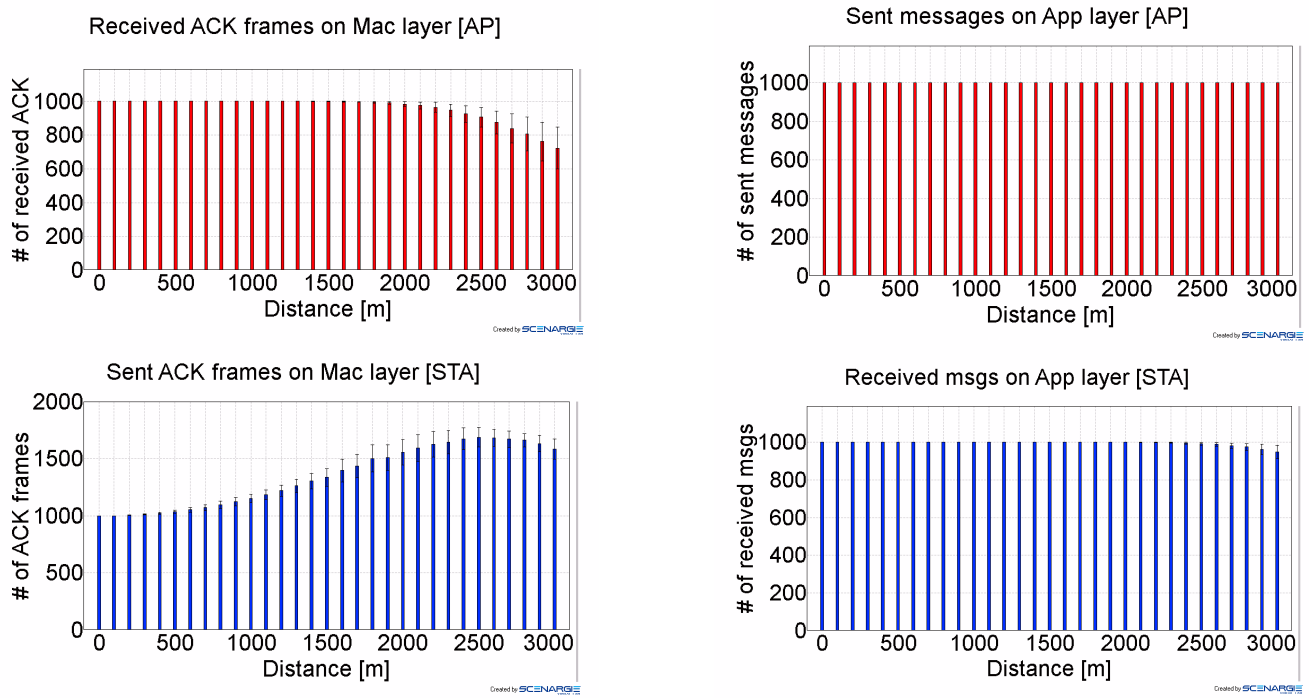


図 6 ACK フレームの送受信数
Figure 6 # of sent and received ACK frames

図 4 は、AP と STA に対する各距離における受信電波強度を 95%信頼区間で表示した結果である。このように Scenargie Visual Lab を用いることで、学習した理論をその場で確認でき、また、複数のモデルが混ざった影響に対しても、統計的にどれくらいの性能になるかを自由に確認することができる。図 5 から図 7 は MAC 層及びアプリケーション層におけるデータ/ACK フレーム、メッセージの送受信数を示している。これらの結果を考察することで、データリンク層、アプリケーション層のどのような制御によりこのような結果が得られたのかについて学ぶことができる。例えば、図 7 においては、なぜ STA において、重複したメッセージの受信数が距離とともに増加しているかなど、システム全体を考慮した考察を訓練することができる。また、Scenargie Visual Lab では、ここで紹介したグラフ以外にも自由に作成することができるため、ひとつの層での通信品質だけでなく、他の層に対する結果も同時に取得し、総合的に評価する力を養うこともできる。

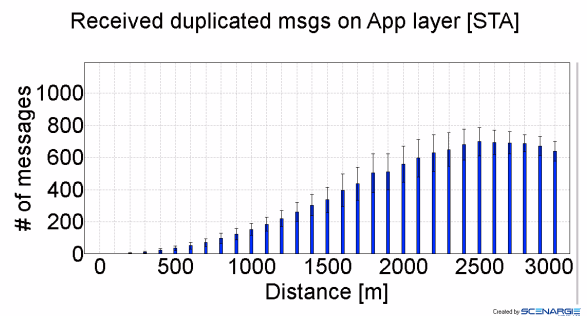


図 7 メッセージの送受信数
Figure 7 # of sent and received messages

4. おわりに

本稿では、これからモバイルネットワークの研究開発を目指す学生を対象とした教材作成の取り組みについて紹介した。現段階では、電波伝搬の内容の作成に取りかかっており、今後、モバイルシステム、ミドルウェア、アプリケーション、モビリティと内容を増やしていく。これまで、モバイルネットワークを学習する上で、理論に基づいた説明に加えて、シミュレータを用いた実習を行いながら学習できる教材はなく、今後のモバイルネットワークを学習する上で、このようなスタイルの学習方法は非常に重要になると考えている。

参考文献

- 1) NTL Institute for Applied Behavioral Science, 300 N. Lee Street, Suite 300, Alexandria, VA 22314. 1-800-777-5227.
- 2) Scott F. Midkiff, "An Experiential Course in Wireless Networks and Mobile Systems," IEEE Pervasive Computing, vol. 4, no. 1, pp. 9-13, Jan.-March 2005.
- 3) Scenargie, Space-Time Engineering, LCC, <http://www.spacetime-eng.com/en/index.html>.