

知っておきたいキーワード

DTN

(Delay- Disruption- Disconnect- Tolerant Networking)

巳波 弘佳[†]

[†] 関西学院大学 理工学部 情報科学科

"DTN (Delay- Disruption- Disconnect- Tolerant Networking)" by Hiroyoshi MIWA (Department of Informatics, School of Science and Technology, Kwansai Gakuin University, Hyogo)

キーワード：DTN, 劣通信環境, ストアアンドフォワード方式, マルチパスデータ転送, ネットワークコーディング

DTNとは何か？

DTNの概念を提案したのは、TCP/IPの開発者としても知られるピントン・サーフ氏である。彼と、DTNの標準化団体であるDTN RG (Delay Tolerant Networking Research Group) のメンバが執筆したRFC4838に、DTNアーキテクチャの概要が記されている。

近年、ユビキタス社会の実現が目指されているが、すべての場所に高速通信インフラを整備することは容易ではない。発展途上地域や過疎地・離島・

山間部には、携帯電話の通信エリアですらカバーされていないところも少なくはない。また、たとえ平常時には通信インフラが整備されていたとしても、地震などの災害時には崩壊してしまう。

宇宙空間における通信では、深宇宙の探査機群と通信することが必要不可欠であるが、光や電波の伝搬遅延は大きく、微弱な電波強度・大きなノイズによってエラーレートも高いため、常時接続は不可能である。しかし、そのような劣悪な通信環境

においても通信しなければならない(図1)。

また、地球上においても、自然環境を観測するセンサネットワークは、通信インフラが整っていない場所に置かれることが多いため、情報収集は容易ではない(図2)。高度道路交通システム(ITS)においては、車同士が直接情報をやり取りする車車間通信も必要であるが、他の車による遮蔽も多く、常に良好な通信ができるとは期待できない。

さらに、災害時は通信インフラが崩壊するため、災害時こそ通信に

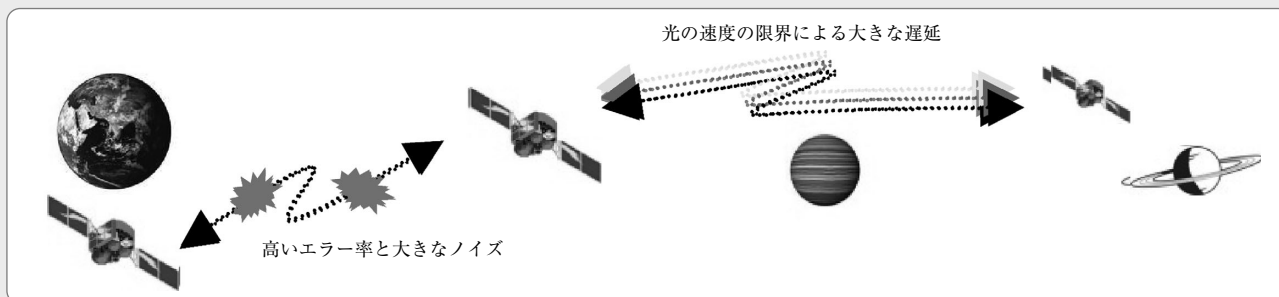


図1 宇宙空間における通信

による情報収集・共有が不可欠にもかかわらず、逆に困難になってしまう(図3)。

このように、いざユビキタス社会を実現しようとする一筋縄ではいかず、遅延(Delay)、不通(Disconnect)、通信途絶(Disruption)に対応するために、

費用対効果のすぐれた通信技術が切望されていた。

DTN(Delay- Disruption- Disconnect-Tolerant Networking)とは、まさにこのような劣通信環境に対応するための通信ネットワークとして注目されている技術である。Challenged Networks

とも言われる劣悪な通信環境、つまり、遅延が大きく(Delay)、通信途絶が起こったり(Disruption)、つながっていない状態の方が多い(Disconnect)環境においても、適切な情報通信を現実的なコストで実現できる技術なのである。

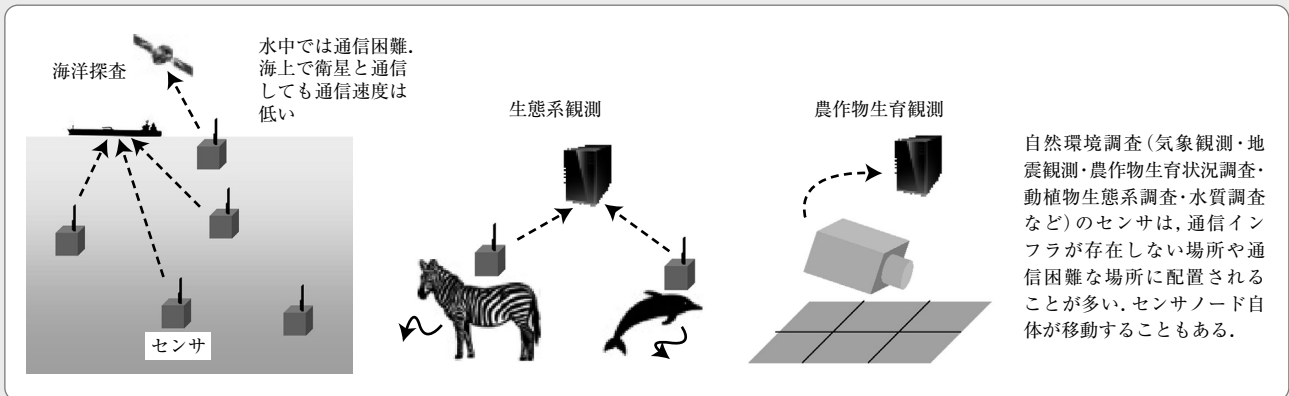


図2 センサネットワーク

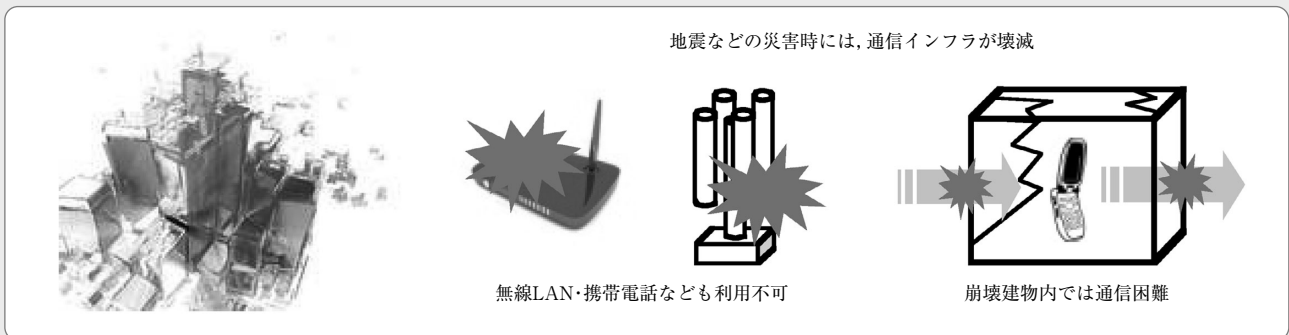


図3 災害時通信

DTNを実現するための要素技術

DTNを実現するための主要な要素技術は、バンドルプロトコルとストアアンドフォワード方式である。これらとその関連技術について以下に紹介する。

一般的な通信技術においては、安定した通信経路が存在すること・即時的なフィードバックに基づく再送や誤り訂正ができることなどを、暗黙の前提としている。例えば、インターネットでデータ転送を行う場合には、トランスポート層のTCPを使うが、リンク

が短時間でも切断すると通信に失敗し、遅延があると通信品質が劣化する。

TCPによる通信では、エンドツーエンドのリンクが安定していることが前提となっているが、DTNは、リンクが不安定なものにも対応しなければならない。このため、トランスポート層の上に「バンドル」と呼ぶプロトコルを乗せることで劣通信環境に対応する。このバンドルプロトコルには、劣通信環境を克服するためのさまざまな通信方式が導入されている。データ転送については、基本的にストアアンド

フォワード方式でデータを転送する。これは、送信元から送信先までデータを送る際、通信不可能な時はデータを蓄積しておき、通信可能になった時点でデータを転送するというものである(図4)。

このプロトコルが通信環境の劣悪さを補うように働くため、利用者はそれを意識することなく通信できるという融通性の高い枠組みとなっている。

ストアアンドフォワード方式以外にも、さまざまな方式が考えられている。例えば、マルチパスデータ

☞ 転送は、劣通信環境において一つの通信経路だけを使うのではなく、通信品質特性の異なる複数の経路をうまく組合せて使うことにより、データ転送性能を高めるものである(図5)。

他にも、ネットワークコーディングという方式もある。複数のパケットのデータを「混ぜ合わせて」新たなパケットを作り、それを利用することで、伝送効率を高めたり、パケットが欠落しても推定して情報を取り出せるというものである。劣通信環境においても効果が期待できる。

ただし、劣通信環境と言えど、対象によって性質はかなり異なる。今後はこれらの方法をさらに高度化したり、組合せたりすることによって、それぞれに対する具体的な制御法を確立することが必要となる。

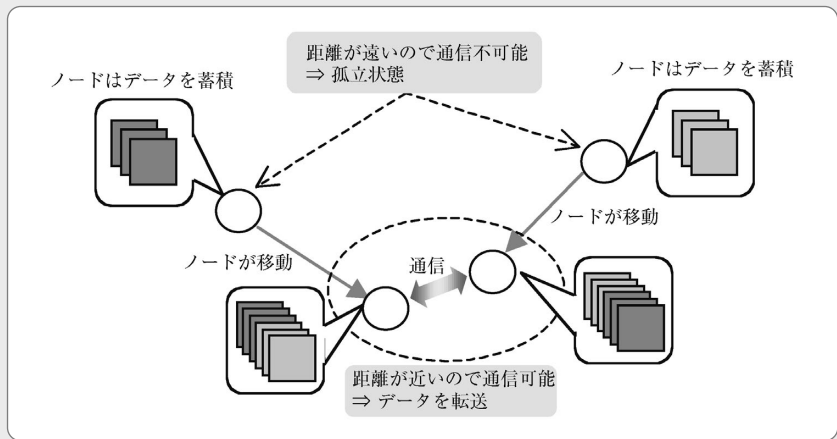


図4 ストアアンドフォワード方式による通信の例

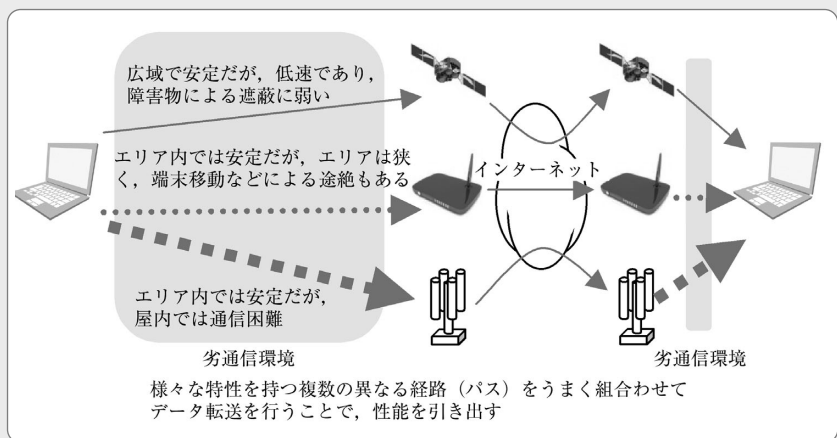


図5 マルチパスデータ転送の例

むすび

これまで述べたように、通信が必要な領域は今後さらに広がっていくであろう。その際、DTNが宇宙開発のみならず、多くの領域で重要になっていくのは確実である。DTN技術の研究開発はまだ始まったばかりであるが、その必要性から、具体的なアプリケーションの実用化が進むと期待されている。(2010年3月31日受付)

参考文献

- 1) Delay Tolerant Networking Research Group (DTN RG), <http://www.dtnrg.org/>
- 2) S. Farrell, V. Cahill, Delay- and Disruption- Tolerant Networking, Artech House (2006)



巳波 弘佳 みわ ひろよし 1992年、東京大学理学部数学科卒業。同年、NTT入社。2002年、関西学院大学理工学部情報科学科、現在同大学准教授。通信ネットワーク設計・制御・性能評価技術の研究開発の他、離散数学・最適化理論およびその応用に関する研究に従事。京都大学博士(情報学)。

キーワード募集中

この企画で解説して欲しいキーワードを会員の皆様から募集します。ホームページ (<http://www.ite.or.jp>) の会員の声より入力可能です。また電子メール (ite@ite.or.jp), FAX (03-3432-4675) 等でも受け付けますので、是非、編集部までお寄せください。(編集委員会)