

マルチパスと消失符号に基づく DTN 接触回避ルーティング

日大生産工(院) ○荒井 裕典

日大生産工 新井 雅之

1. まえがき

現在, 継続的なネットワーク接続が不可能な極限的環境や移動環境での技術問題の解決策として遅延対策ネットワーク (DTN : Delay Tolerant Networking) が提案されている[1]. しかし, DTN手法ではセキュリティ対策が不十分な中継ノードを攻撃された場合にデータが漏洩してしまう可能性がある[2]. また, 中継ノード自身に障害が発生した場合にはデータが損失したり, 大きな遅延が発生してしまうことがある. よって, データの安全性を保証するために, 冗長性を付加してデータの安全性を高めることがより重要になっていくと考えられる[3].

本報告では, DTNにおける危険ノードの存在を考慮した, マルチパスと消失符号による冗長性の付加に基づく接触回避ルーティングについて提案する.

2. 関連研究

2-1. 遅延耐性ネットワーク

遅延耐性ネットワークとはエンドツーエンドで送信者から受信者まで常時繋がっている通信ではなく, 間欠的なリンクで繋がっているネットワークである. そのため, 図1で示すように, まず送信者と接触したノードにデータが渡される. 間欠的なリンクのため, データを受け取ったノードは次に他のノードとリンクが繋がるまでデータを保持する. そしてまたリンクが繋がったノードにデータを渡す. この繰り返しで送信者から受信者まで通信をするものである.

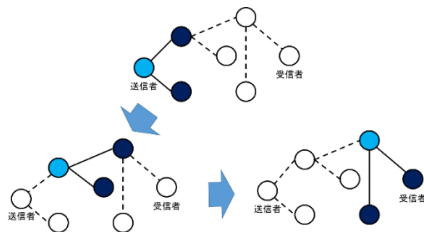


図1. 間欠的なリンク下での情報伝達

2-2. 危険ノードと接触回避ルーティング

DTN技術の欠点としてセキュリティが挙げられる. データのセキュリティは各中継ノードに拠る. そのため, セキュリティが不十分な中継ノードを攻撃された場合にデータが奪われてしまう可能性がある. 先行研究として, 接触するとデータを奪われる危険ノードの存在が指摘されている[2]. また, 危険ノードに対する対策として接触回避ルーティングが提案されている. 危険ノードの位置は既知であるとして危険ノードに接触する可能性のあるノードにはデータを転送しないという手法である.

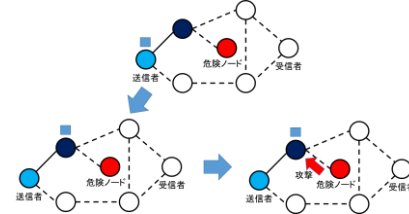


図2. 危険ノードとの接触

2-3. 消失符号を用いたDTN高信頼化

DTNにおいて, データの一部が破損した場合でも元のデータを復元できるように消失符号を用いて冗長性を持たせる方法が提案されている[3]. 消失符号を用いた符号化, 復号化の手順を図3に示す. データを s 個に分割して r 個の冗長分割データを付加することによって, そのうちの r 個を消失しても s 個の分割データから元のデータを復元することができる.

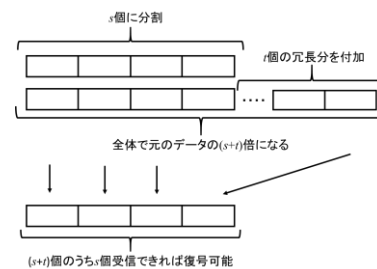


図3. 消失符号の付加

図4にマルチパスでの転送の例を示す．ここでは，送信者から分割データを受け取った受信ノードA，Bが分割データを次に接触した中継ノードにそれぞれ転送しているものである．

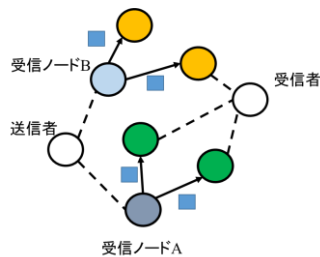


図 4. マルチパスによる転送

3. 提案手法

本報告では通信半径に入るとデータを奪う危険ノードが中継ノードの中に紛れているとしたときに，データの安全性を確保するための方法を提案する．元のデータを分割，消失符号を付加した分割データをそれぞれ送信することによって，危険ノードに分割データを複数奪われても消失符号によって付加した冗長分以内ならば元のデータが復元できる．また逆に元のデータと同量の分割データが奪われない限りは第三者にデータを復元されることがないので，データの安全性を高められると考える．以下では，全てのノードの中で接触する可能性のあるノードを実線で繋いだコンタクトグラフを用いてネットワークを表現する．図5に例を示す．図5中の λ_{ab} , λ_{bc} , λ_{bd} はノードaとb, bとc, bとdの接触確率を示している．

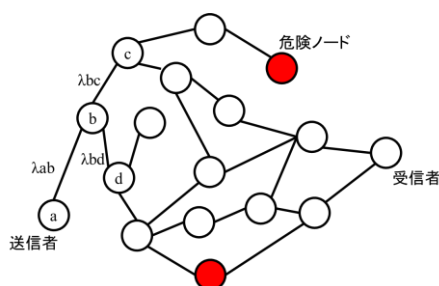


図 5. コンタクトグラフ例

本研究では危険ノードを完全に避けるのではなく，元データを分割し消失符号を付加した複数の分割データを転送する．もし危険ノードに分割データが奪われてしまっても元データと同量の分割データが受信できれば元データが復元できる．図6に，提案手法における通信例を示す．ここでは，元データを2分割し，冗

長データを1個追加した合計3個の分割データを送信し，危険ノードに1個奪われた場合を示している．この場合，受信者は元データと同量の2個の分割データを受信できたため，危険ノードに接触してもデータが復元できる．また，危険ノードに奪われた分割データは1個であり元データ未満の量のため危険ノードにデータを復元されることがない．

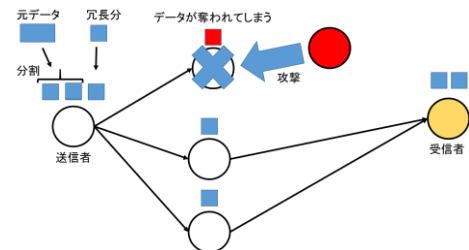


図 6. 危険ノードとの接触

4. まとめ

本報告ではDTNにおいて，マルチパスと消失符号による冗長性の付加と，危険ノードの回避を考慮した上での適切なルーティングについての提案を行った．これによって，データの安全性を保障しながら遅延の少ないルーティングが探すことができると考える．現在シミュレーションを実装中であり，今後はデータの安全性の評価を行う予定である．

参考文献

- [1] 鶴正人, 内田真人, 滝根哲哉, 永田晃, 松田崇弘, 巳波弘佳, 山村新也, DTN技術の現状と展望, 通信ソサイエティマガジン No. 16 [春号], pp. 57-68, 2011年.
- [2] 小薄誠也, 酒井和哉, 福本聡, 新井雅之, “遅延耐性ネットワークにおける接触回避ルーティング”, 電子情報通信学会IN研究会技術研究報告, No. 252, pp. 25-28, 2015年.
- [3] Yong Wang, Sushant Jain, Margaret Martonosi, Kevin Fall, “Erasure-Coding Based Routing for Opportunistic Networks”, ACM SIGCOMM workshop on Delay-Tolerant Networking, pp. 229-236, 2005.