

I-535 災害時における通話機能の感度分析

鳥取大学大学院 学生員 藤田 章弘
鳥取大学工学部 正会員 野田 茂

1. まえがき

災害時において都市機能が停止したとき、通信システムは、円滑な復旧活動を行う上で、必要不可欠である。構造上・機能上の観点からして、通信システムを災害に強いネットワークにしておくことは重要である。そこで、本研究では、交換機の交換能力を越えたときに起こる異常輻輳をできるだけ回避させるために、通信ネットワークに迂回中継システムを導入し、感度分析を行うことにより、その妥当性を調べる。

2. 研究方法

本研究では、仮定の通信ネットワークを考え、それをノード（交換機）とリンク（伝送路）によってモデル化する。各ノード間には、回線数に応じた対地回線を設定する。対地回線には、各リンクに目的ノードの異なるケーブル回線が設置されている。交換機には、複数入線を複数出線に分配・接続する機能を持たせる¹⁾。

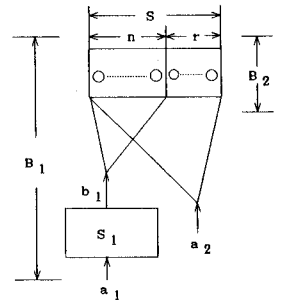
ここでは、次の2つの段階に分けて、研究を進める。

1) 呼量に関する感度分析

通信ネットワークに呼量を与え、損失呼や溢れ呼を求める。次に、1リンクまたは複数リンクが被災したときの呼量を算出し、機能上から見た通信ネットワーク内の最弱な伝送路を検出する。

2) 回線留保迂回中継システムの導入

図1に示す回線留保方式を採用する。図中、 S_1 と S は斜めルートと迂回ルートの回線数、 a_1 、 a_2 は各ルートの呼量、 b_1 は斜めルートの溢れ呼、 r は迂回ルートの留保回線である。斜めルートの溢れ呼 b_1 は、迂回ルートによって、 $n (=S-r)$ 回線までなら接続可能である。この方式は、呼損率(B_1 、 B_2)を減少させ、斜め・迂回両ルートのサービスの不均衡を抑えるのに有効である²⁾。本研究では、この方式を通信ネットワーク全体に導入することによって、斜め・迂回ルートにおける同時接続回線数を状態とする状態方程式を導き、呼種別呼損率の厳密解を数値的に求める。さらに、呼量や留保回線数をパラメータとし、迂回中継システムが対象ネットワークの呼損率に及ぼす影響を定量的に分析する。



回線数: S , S_1 留保回線数: r
呼量: a_1 , a_2 溢れ呼: b_1
呼損率: B_1 , B_2

図1 回線留保方式

3. 数値計算結果と考察

図2に対象とした通信ネットワークを示す。発生した呼は、交換機のあるノード5を必ず経由するという特徴を有している。ノード5以外のノードには交換機は設置されていない。

対象ネットワークに平常時呼量を与えたときの各リンクの溢れ呼は図3のようになる。ここでは、複数ルート（図中には3ルートまで示す）によってノード5と接続しているとき、そのルートごとに溢れ呼を算出した。図より、ノード7の溢れ呼が顕著である。伝送路が被災していなくても、交換機内で出線に接続されないと、溢れ呼が発生することがわかる。

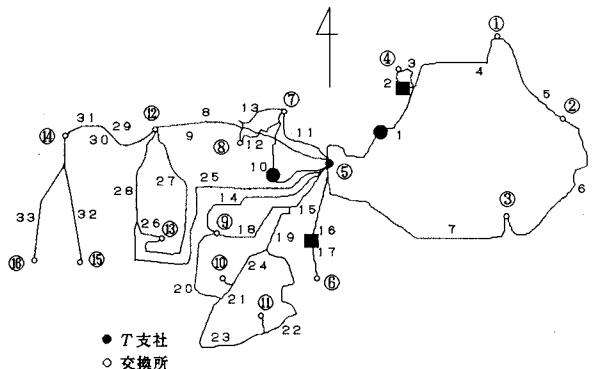


図2 対象とした通信ネットワークシステム

図4には、被災リンク番号を横軸にとり、縦軸に各ノードの平常時呼量と被災時呼量の差を示した。被災リンク10に対する呼量の差が大きい。これは、ネットワークの中で、リンク10の回線数が最も多いからである。複数の被災リンク（1, 4, 5, 6, 7）に対する呼量の差は同程度である。図2より、これらのリンクは、ネットワークの東側のノード（1, 2, 3）を介して、ループを形成している。このようなことから、いずれのリンクが被災しても、ほぼ同一の呼量の差が得られるのである。

仮定の被災ネットワークに対する呼量の低下を分析した。図5には、2リンク被災ネットワークに対する平常時呼量と被災呼量の差を示す。図2は2リンク（1と10あるいは2と16）の被災状況の代表例である。検討の結果、ネットワーク全体の通話機能に支配的な伝送路か、あるいは、並列の多重伝送路が同時に被災しているとき、呼量の低下は最も大きくなることがわかった。

次に、迂回中継システムを導入し、呼量と迂回ルート上での留保回線数の関係を調べた。ここでは、呼量の影響を調べるために、迂回ルートの回線数の2割が迂回ルートの留保回線数となる場合を想定し、2つの呼量（平常時呼量とその5倍の呼量）にたいする各ノードの呼損率を検討する。図6は、各呼量が通信ネットワークに生じたときの各ノードの呼損率を、斜めルートと迂回ルートについて示したものである。

回線数の多い伝送路の呼損率は、留保回線数に係わらず、低い。呼量が増加するほど、呼損率は低下している。回線数の少ない伝送路でも、呼量と迂回ルート上の留保回線数の組み合わせにより、呼損率の低下するケースがあった。しかし、呼量が増加すると、迂回ルートに比べて、斜めルートの呼損率は大幅に低下している。迂回ルートの留保回線数の増加によって、呼損率は必ずしも低下しない。種々の検討の結果、ある留保回線数で呼損率は最小となり、迂回中継システムの最適解が存在することがわかった。

4. あとがき

本研究では、対象とした通信ネットワークの通話機能の感度分析を実施し、最弱リンクを検出した。さらに、迂回中継システムの呼量と留保回線数の関係を調べた結果、本アルゴリズムの有効性が明らかになった。

参考文献

- 1) 秋山稔：通信網工学、コロナ社、1981年。
- 2) 小池剛・秋丸春夫・片山正昭：回線留保方式による迂回中継システムの最適設計、電子情報通信学会論文誌、Vol. J70-B, No. 5, pp.1245～1248, 1987年10月。

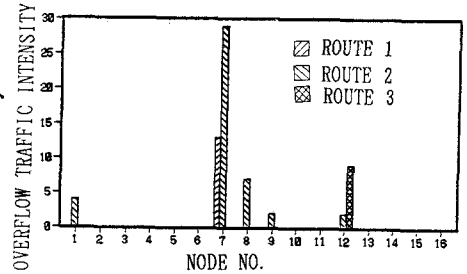


図3 平常時の溢れ呼

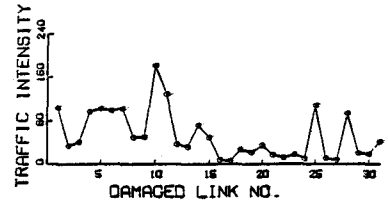


図4 平常時呼量と1リンク被災呼量との差

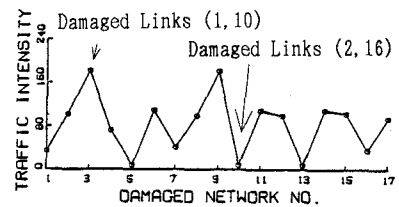
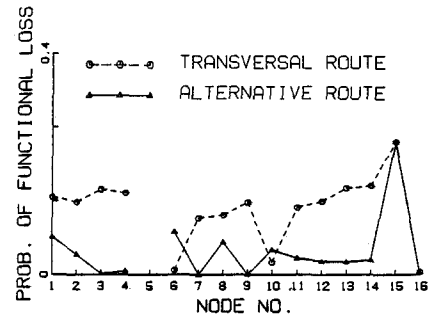
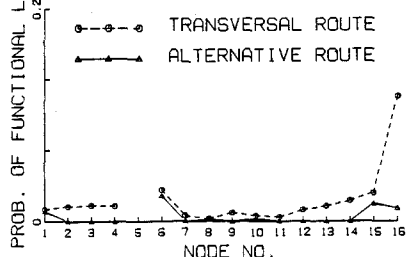


図5 平常時呼量と2リンク被災呼量との差



(a) 平常時呼量



(b) 平常時呼量×5

図6 呼量が増加したときの各ノードでの呼損率の変化