

6W-1 音声メッセージングサービスにおけるファイル分散格納手法

川野辺彰久

日本電信電話株式会社 情報通信網研究所

(はじめに) 音声メッセージング・サービスの進展により多様なアプリケーションが提供されつつあるが、ネットワークとの組み合わせによりサービスに一層のバリエーションが加わることが期待される。現在パソコン通信を始めテキストをベースに掲示板サービスが広く普及している。そのメディアを音声に置き換えたサービスは幾つかの技術的課題から未だ実現されていない。

そこで本稿では音声による掲示板サービスに適合するような複数のロケーションに分散、ネットワークされた音声蓄積装置群(以降音声蓄積装置をノードと呼び、全体をシステムと呼ぶ)に音声ファイル(以降単にファイルと呼ぶ)を分散格納する手法を検討する。特にシステムをサービスに供するためにはファイルの応答時間が問題になってくるのでそれを解決するためにファイルの複製を生成することが必要になる。本稿では複製生成に関するアルゴリズムを提案する。そのアルゴリズムを簡単に言うと、複製を作った場合にその周囲のノードがそのファイルに関してどのくらい転送時間を短縮することが出来るかを考慮するようなものである。稿末には本アルゴリズムをコンピュータ上でシミュレーションした結果を示す。

(前提条件) 以下に前提条件を列挙する。1) 各ノードへユーザは電話機端末によって公衆網を介してアクセスし、ガイダンスの指示にしたがって必要なファイルを再生して音声を聴取する。2) 満たすべきファイル再生の応答時間は99%が3秒以内を目標とする。3) 各ノードはpoint-to-pointでネットワークされている。4) ルーティングはスタティックに行なわれ、ファイルは必要に応じてパケットレール的にノードからノードへと最短時間で済む経路で転送される。5) ファイル管理データは各ノードから論理的に1つに見える。6) 各ノードは1~3程度の他ノードと接続されている。7) ファイルはユーザから数段階のツリーに分類されて見える。その最下層をメニューと呼ぶことにする。

(ファイル参照の偏りと配置) ユーザのファイル参照傾向は音声掲示板サービスが実際に提供するファイルの類別方法に大きく影響される。また音声の場合には一覧性がないためにツリーの分岐の種類や数はサービス性に影響を及ぼす。本稿ではノード間のトラフィックを抑えるという観点も含めて、全国的に参照されるような項目と、ローカルな項目とに分類し地域別の分類方法をとった場合に生じるファイルの参照の偏りが存在すると仮定する。ファイルのネットワークされたノード上への配置は必要以上にファイルの複製を生成しないでファイルに対する参照の偏りを考慮して、適所にファイルを配置することを目標とする。

(複製の生成規則) 複製生成はシステム全体を管理する特定ノードが行なうのではなくファイルの転送を受けた各ノードが判断する。各ノードはまず複製生成をしない場合と、したと仮定した場合のシステム全体のノードにおけるファイルの転送時間を算出する。次にそれぞれの場合の転送時間に関して和を取る。最後にお互いの差から定数を引いたもの(ΔC)から複製の生成を判断する(式1、2)。ファイル転送時間の和は各ファイルがどれくらい参照されるかという量(参照強度と呼ぶ)をかけて正規化した上で計算される(式3)。

音声のファイルは一覧性がないために、同一のメニューに所属するファイルは同様の確率で聴取される。そこで参照強度をファイルの所属するメニューに対する参照強度と置き換えて考察を進める。さらに以下の2つの理由からファイルの転送時間を算出するノードをファイル転送用の回線(以降リンクと呼ぶ)の数がある有限の正の整数 k 以内のノードに限定する。

- ・計算量の削減
 - ・ファイル転送時間の差が最も大きいのは複製が生成されるノードの周囲である
- さらに上述したような方法で計算対象のノードを限定すると、リンクをたくさん保持しているノードほど複製が生成されやすくなる。
- 各ノードで起こった各メニューへの参照回数の値は各ノードがテーブルに一定期間中に生じ

たアクセス回数を記入してそのテーブルを予め決まったノードへと巡回させることで観測可能である。

$$\Delta C = \Delta d(f) - A \quad (1)$$

$$\Delta d(f) = d(f)' - d(f)'' \quad (2)$$

$$d(f) = \sum_{\forall V \in E, j} T(f, j) \cdot D(f)_{i,j} \quad (3)$$

A: 定数
 d(f)': 複製を生成する以前のd(f)
 d(f)'': 複製を生成したと仮定した時のd(f)
 T(f, j): VSE jにおけるファイルfへの参照強度
 D(f)_{i,j}: ファイルfをVSE iからjへ転送する時に必要な時間

<複製生成手順(図1参照)>

1. ノードvがノードwにファイルfの転送を要求する。但しノードwはノードvから見て最も転送時間が短いノードである。
2. ノードwは転送要求を受けたファイルfを最も転送時間が短い経路を使用して転送する。(図1:破線)
3. ファイルfの転送を受けたノードvは複製生成の判断を以下の手順で行なう。1) 自分を含めてリンクがある有限の正整数k以内のノードに関して、ノードvにファイルfの複製を生成しない場合と、ファイルfの複製を生成した場合のファイル転送時間を算出し、前者と後者の差を取る。ファイル転送時間は各ノードにおけるファイル転送に必要な最短時間で算出する。2) 1)で算出した各ファイル転送時間の差に関して、各ノードから生じるファイルfの所属するメニューへの参照強度を掛けて正規化する。3) 2)で算出した値から定数Aを引く。4) この値(ΔC)をファイル複製生成確率関数(図2)に代入して複製生成確率を算出する。5) この確率と[0, 1]の乱数を比較して複製生成を判断する。

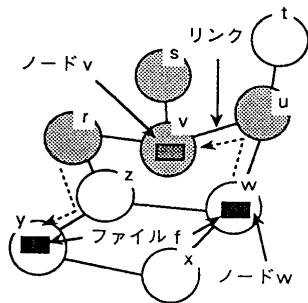


図1 ファイルの転送と複製の生成

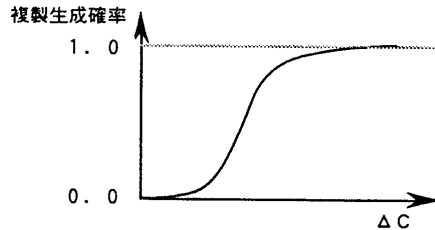


図2 複製生成確率関数

(実験の条件と結果) ノードの数を3, 5, 10とパラメータに取って同様の性能を要求した時にファイル転送用回線にどれくらいの速度を要求するのかという問題設定をした。実際に回線速度はノード一つの値に対して幾つか変化させた。結果として、グラフにしたものはノード数3の時20(Mbit/sec), ノード数5の時40(Mbit/sec), ノード数10の時50(Mbit/sec)のデータである。各ノードには400回線が収容されていて、平均空き回線数が数回線になるようにトラヒックをかけた。ファイルの転送は単純に転送要求が来ること一括転送するものとした。

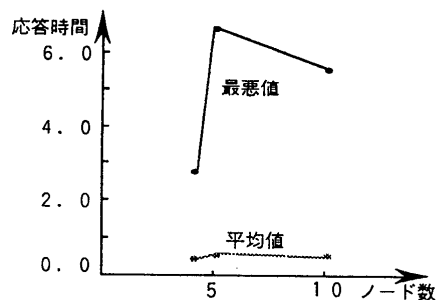


図3 実験結果(ノード数と応答時間)

(今後の課題)

- ・ 応答時間の最悪値を救済する。
- ・ どのくらいファイルの参照に偏りがあればこの方式が有効なのか確認する。
- ・ ファイルの参照の偏りを定量化する。
- ・ ファイルの転送プロトコルを改良してもっと実的な回線速度で実現可能にする。

(参考文献)

[1] W.W.Chu.: "Optimal file allocation in a multiple computer system", IEEE Trans. YComput., C-18, pp. 885-889 (1969)