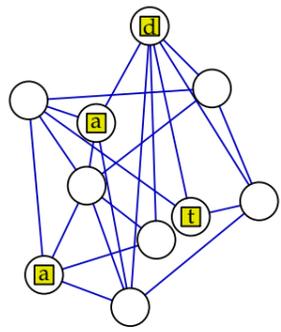


P2P ネットワークにおけるデータ配置 Data allocation on P2P networks

福地 大輔 Daisuke FUKUCHI
本位田 真一 Shinichi HONIDEN

概要：疎なつながりから成る P2P ネットワークという特殊な環境において有効なデータの割り当て手法を考える。

背景



Peer-to-peer (P2P)

インターネットを介してつながる数多くのピアを協調動作させることにより、便利なシステムを目指す。

- 例えば, Skype, BitTorrent, Winny, ...

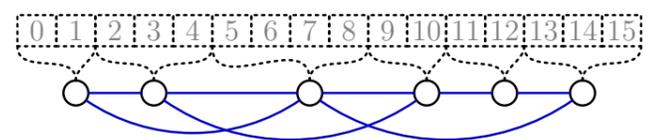
しかし,

- ピアは個人所有のパソコンのような普通のコンピュータのため、データを集約するには非力。
- かと言って、左図のように分散したデータはそのままでは扱いにくい。

そこで, ...

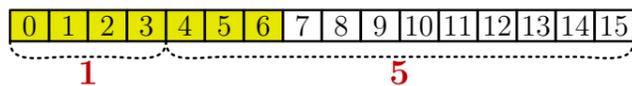
P2P ネットワークの構造化

- 仮想的なアドレスを用意する。例えば、右図では 0 から 15 の 16 アドレス。
- ピアをアドレス上にばらばらに置く。
- アドレスを基にピア間を適切につなぐ。
- ただし、ピアの性能と保守の点から疎なネットワークになる。



これで、メモリのように、アドレス上にデータを配置し、アクセスできる。しかし, ...

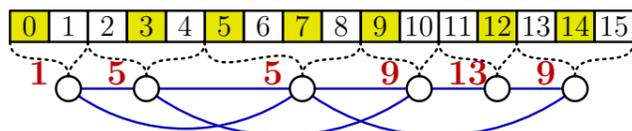
メモリ



メモリ上とは異なる構造化 P2P ネットワーク上でのデータ配置

- 負荷分散のために、データを散らさなければならない。

構造化 P2P ネットワーク



- 連続アクセスのコストがネットワーク構造に依存。

- 例えば、左図の赤数字がアドレス 0 に続けてアクセスするために必要な最低コスト。

研究

配列の配置

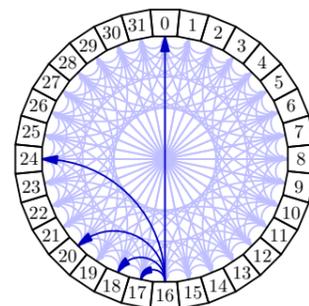
典型的な構造化 P2P ネットワークである Chord ネットワークにおいて、配列 a の x 番目の要素 $a[x]$ を以下の位置に配置。

$$\{h(a) + r(x \bmod 2^b)\} \bmod 2^b$$

ただし, h はハッシュ関数, r はビット列逆読み関数。

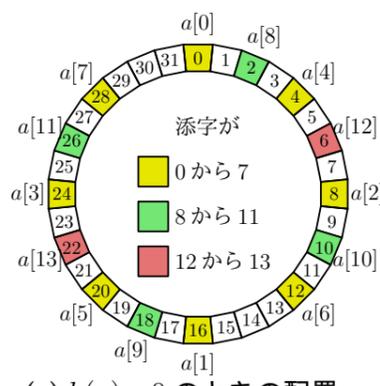
$$r(x_b x_{b-1} \dots x_1) = x_1 x_2 \dots x_b$$

- 右図 (a) のようにデータが分散する。
- Chord ネットワークの 2 のべき乗の長さのつながりと上手く合い、右図 (b) のように少ないピア間通信で連続アクセスができる。
- 特に以下の操作に必要なピア間通信が抑えられる。

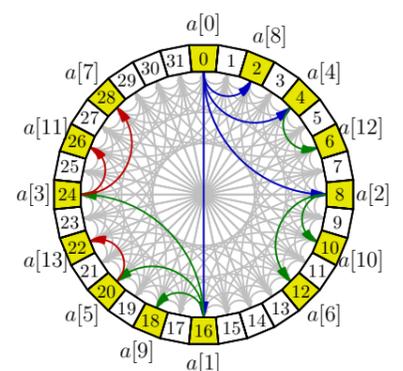


Chord ネットワーク

- アドレスは 0 から $2^b - 1$ まで。
- アドレスを環とみなし、ピアは 2 のべき乗先のピアとつながる。



(a) $h(a) = 0$ のときの配置。
 $h(a)$ の値に関わらず、
均等な配置の和になる。



(b) 連続アクセスの経路。
↓ は 1, ↓ は 2, ↓ は 3 回目の通信。

	ハッシュ	本手法
シーケンシャルアクセス	$O(w \log n)$	$O(w + \log n)$
範囲アクセス	$O(w \log(n/w))$	$O(w + \log n)$
二分探索のような探索	$O(\log^2 n)$ 等	$O(\log n)$

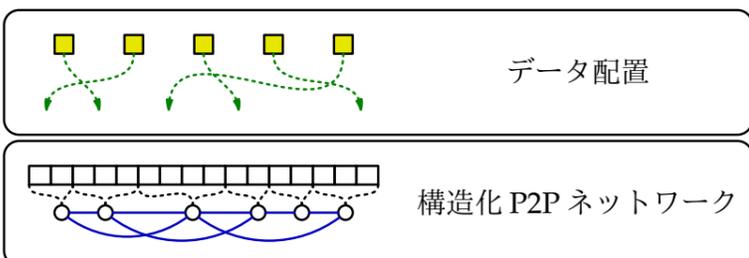
ただし, n はピア数, w は対象要素数であり, $n > w$ とする。

これから

構造化 P2P ネットワークとその上でのデータ配置の探求。

- 木などの配列以外のデータの配置。
- データ配置に適した P2P ネットワークの構造。

10 年後, データインフラの一つとして P2P がさらに普及することを目指して。



参考: Daisuke Fukuchi, Christian Sommer, Yuichi Sei, Shinichi Honiden, "Distributed Arrays: A P2P Data Structure for Efficient Logical Arrays", IEEE INFOCOM 2009