

## 放射線量警告システムにおけるサーバの負荷分散についての検討

網野翔太<sup>†</sup> 田口靖洋<sup>†</sup> 宮保憲治<sup>†</sup>東京電機大学大学院 情報環境学研究所<sup>†</sup>

## 1. はじめに

原発事故により放出された放射性物質が原発地域から離れた居住地域内でも観測されている。この理由は放射性物質を含む塵や降雨によりホットスポットが増えているためである。放射性物質はヒトの感覚では知覚困難であるため、放射線量の高い場所であっても、知らずに人が近づく危険性が指摘されている。

放射線量の継続的な観測を行うと共に、測定結果の常時監視結果を、Webを活用して迅速に通知するためのシステムの構築法が必要とされている。

本稿では、災害発生時には公開サーバへのアクセス集中が起こり、高負荷による当該サーバの応答性能の劣化が生じる状況に鑑み、当該サーバの負荷分散法について検討した結果を述べる。

## 2. 放射線量警告システムの概要

提案する放射線量警告システム(図1)は、計測器と監視サーバ、公開サーバ、およびユーザ PC 間をネットワーク経由で連携することにより、計測場所における放射線量の継続的な監視結果を得ることができる。

本システムでは計測器を分散配置し、監視サーバで放射線量を収集後、各計測地点の放射線量データの時間変化状況を各地域に配置された監視サーバに蓄積する。監視サーバ内の観測データは公開サーバを活用して一般ユーザに公開する。

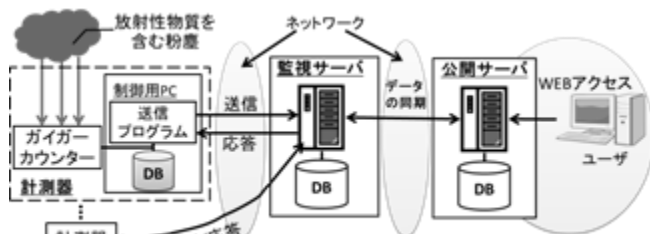


図1. 放射線量警告システム

本システムにおける計測処理手順を以下に示す。

- ① ガイガーカウンターが毎秒計測するデータを計測器で1分平均値(以下「計測データ」)に変換する。

- ② 計測データを計測器内のデータベースに格納すると共に、1分間毎に監視サーバへ連続送信する。
  - ③ 計測器が監視サーバに送信した計測データを、サーバ内のデータベースに格納する。
- ユーザアクセス手順は以下の通りである。

- ① ユーザが公開サーバに Web 経由でアクセスする。
- ② ユーザが指定期間のデータ一覧やグラフ表示、計測データを表示した地図を選択する。
- ③ サーバは、ユーザの指定した期間の計測データを検索処理し、送信用バッファに一時退避する。
- ④ サーバは計測データをユーザに送信する。

## 3. 公開サーバの性能評価

災害発生時には公開サーバとユーザ間での通信多発が予想される。このため、公開サーバの応答性能低下を防ぐために、第一段階としてはロードバランサを用いて複数の公開サーバに負荷分散する方法が有効と考えられる。計測器と監視サーバ間の負荷分散よりも、公開サーバの負荷分散を優先する必要性を以下に述べる。計測器と監視サーバ間の通信量は計測器1台につき毎分約40Byte、千葉県内の信号機7343基と同数の計測器を設置した場合の通信量は毎分約300kByteである。一方、ユーザ PC と公開サーバ間は PC が1地点における1日分の計測データ(1440件)を要求することを想定した場合は約60kByteとなり、ユーザ PC の同時接続数( $n$ )の変化による通信量は $60k \times n$  Byteとなる。 $n \gg 5$ と考えられるため、監視サーバよりも公開サーバで処理対象となる通信量は圧倒的に多くなる。実験計測では、 $n \gg 5$ を前提として公開サーバ負荷分散時の処理能力を評価した。

## 3.1 ロードバランサの処理アルゴリズム

専用のハードウェアで対応する方式とソフトウェアで対応する方式があるが、ハードウェアは高価であり、また負荷の振り分けアルゴリズムを容易には変更できないため、ソフトウェアによる処理方式としてLVS(Linux Virtual Server)を採用した。LVSを利用し、ロードバランシング処理を実現する際の負荷分散アルゴリズムとして、次節で述べる最小コネクション方式を採用した。

## 3.2 最小コネクション方式(Least Connection Method)

各サーバとユーザ間の TCP コネクション数をロー

Server load balancing technology in the Radiation Intensity Warning System

<sup>†</sup>Shota Amino, Yasuhiro Taguchi, Noriharu Miyaho  
Graduate School of Information Environment, Tokyo Denki University

ドバランサは記録し、ユーザからの要求が発生した時点で確立されている TCP コネクション数が最も少ないサーバに処理要求を振り分ける。コネクション数が同数の場合はラウンドロビン方式を活用する。

### 3.3 実験環境

公開サーバとロードバランサ、ユーザ間をギガビット・イーサネット接続した。評価実験ではユーザ PC のサーバへの接続台数を Apache Bench で変化させ、1 日分の計測データ 1440 件 (=60 件/時間×24 時間) を公開サーバに要求後に、ユーザ PC がデータ受信完了するまでの応答処理の数を毎秒単位で計測した。サーバをラウンドロビン方式と最小コネクション方式で負荷分散した場合の処理能力比較を行った。公開サーバの負荷分散は同一構成のサーバ 2 台で実験した。

表 1. ロードバランサ, 公開サーバ, ユーザ PC の仕様

|           | CPU                     | メモリ |
|-----------|-------------------------|-----|
| ロードバランサ   | Celeron E3400 2.60GHz   | 4GB |
| 公開サーバ(2台) | Pentium 2.80GHz         | 2GB |
| ユーザPC     | Core2 Duo P8600 2.40GHz | 4GB |

ユーザ PC が公開サーバに要求を送信してから受信完了するまでの処理手順(図 2)を以下に示す。

- ① ユーザ PC から 1 日分のデータの送信要求を公開サーバに送信する。
- ② 公開サーバへの要求をロードバランサが受信後に公開サーバに振り分ける。
- ③ 公開サーバは開示要求された計測データをデータベースから読み出し後、ロードバランサに送信する。
- ④ 公開サーバが送信したデータをロードバランサが中継し、計測データをユーザ PC で受信する。

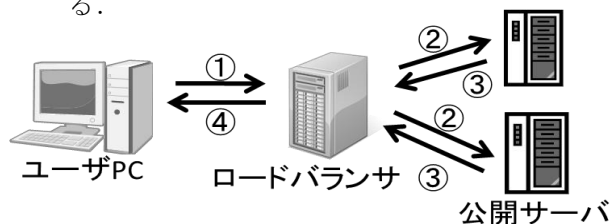


図 2. 実験環境の構成

### 4. 実験の考察

ユーザ PC の同時接続数を 10 台ずつ増やして計測したときの 1 秒あたりの応答処理数を図 3 に示す。図 3 内の表記ではラウンドロビン(Round Robin)方式を RR, 最小コネクション(Least Connection)方式を LC とした。ラウンドロビン方式の場合は毎秒あたりの応答処理数は、1 台のみで処理したときと比べて、同時

接続数が 100 程度で 2 倍の処理能力の増加効果が得られ、サーバ 2 台での負荷分散処理能力が正常に計測できた。一方、最小コネクション方式の場合は、同時接続数が 200 程度まで増えると共に、応答処理性能は 3 倍程度に増加した。この理由は、分散した各サーバの TCP コネクション数を活用することで 2 つのサーバ間で、余力のあるサーバに高負荷を効果的に振り分ける処理が実現できたためと考えられる。

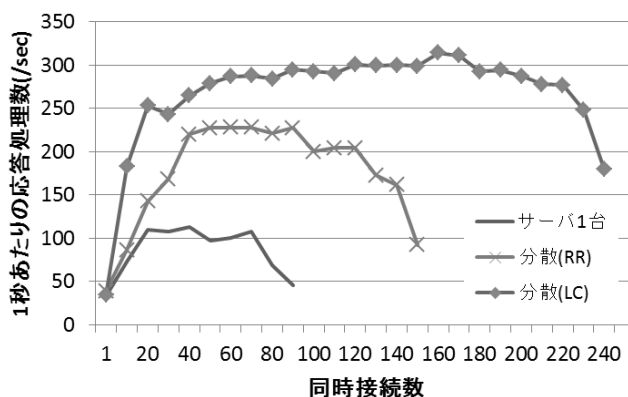


図 3. 応答処理能力の評価

### 5. 今後の課題

今後は、公開サーバを複数の離れた地域に分散させた場合や、クラウドを活用して設置した場合について評価実験を進める。実験に当たっては、遠隔地域に設置されたクラウド内サーバ性能のばらつきや伝送遅延等の要因により、応答処理時間に差が発生することに配慮する必要がある。このため、最小コネクション方式のアルゴリズムに加えて、負荷の振り分け時の重み付けを、最適に設定できる仕組みについて検討を進める。さらに、公開サーバに対する全ての通信がロードバランサ経由の場合には、ロードバランサと接続回線がボトルネック(単一障害点)となる可能性がある。この状況を回避することが可能な信頼性向上手法についても検討を進める。

### 参考文献

- [1] 床尾, 池尻, 宮保 “可視光 LED を活用した放射線量警告用照明システム” 電子情報通信学会ソサイエティ大会 AS-7-11S4585, 2011 年
- [2] 宮保憲治 “放射線量アラーム付き照明器具” 特開 2013-004190
- [3] 網野, 田口, 宮保 “ネットワークを活用した放射線警告システムの検討” 電子情報通信学会総合大会 B-16-13, 2013 年
- [4] 網野, 田口, 宮保 “放射線量警告システムにおける監視サーバの性能評価の検討” 電子情報通信学会ソサイエティ大会 BS-4-6, 2013 年
- [5] 警察庁 “都道府県別交通信号機等整備数(平成 17 年度)” <http://www.npa.go.jp/koutsuu/kisei/institut/kazu.pdf>