

高速ネットワークを用いたコンピュータアーキテクチャ A Computer Architecture Utilizing the Fast Network

六田 佳祐[†] 岡田 耕司[‡] 湧川 隆次[†] 重近 範行[†] 村井 純[†]
Keisuke Muda Kouji Okada Ryuji Wakikawa Noriyuki Shigechika Jun Murai

1. 背景

現在のコンピュータアーキテクチャでは、コンピュータはそれぞれ接続された CPU、メモリ、ハードディスクや周辺機器等のパーツによって構成されている。また、それらのパーツは様々な規格に基づいて、物理的にコンピュータに接続されている。

本研究では、それらパーツを接続しているバスを、IP ネットワークによって実現するアーキテクチャを開発する。現在のコンピュータアーキテクチャでは、「コンピュータ」単位でネットワークが構成されている。新しいアーキテクチャでは図 1 に示すように、より細分化された「パーツ」単位でコンピュータネットワークが構成されるようになる。このようなコンピュータアーキテクチャを本稿では「All-IP Computer」と定義する。

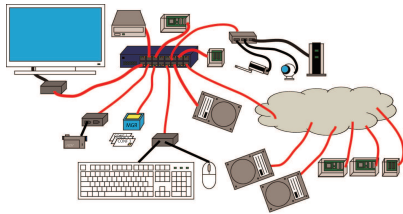


図 1: All-IP Computer アーキテクチャ

2. 実現する世界

All-IP Computer により、次のような世界が実現される。

- 遠隔地にあるパーツの利用: ネットワークを利用すれば直接接続されていないパーツでも、ネットワーク経由でコンピュータに接続することができる。
- パーツの動的な変更: ネットワーク接続の接続・切断によって、ユーザはコンピュータの蓋を開ける事なく、必要に応じて自由にパーツを動的に変更できる。

3. Keyboard over IP

本研究では、キーボード入力をネットワーク経由で送信・利用する Linux 用デバイスドライバである Keyboard over IP を作成した。なお Keyboard over IP では、キーボード接続を受け付けるホストを「サーバ」と呼ぶ。それに対して、キーボードが操作されるホストを「クライアント」と呼ぶ。

Keyboard over IP は、図 2 に示す構成で動作している。Keyboard over IP は、Linux カーネルの機能である Linux Input Subsystem を利用して実装されている。Linux Input Subsystem とは、Linux における入力デバイスの管理と処理を行なう機能である。入力デバイスは

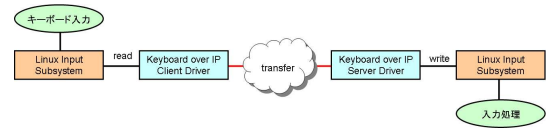


図 2: Keyboard over IP の構成

この機能によって、デバイスファイルとして抽象化されている。このデバイスファイルへの読み書きとその情報の IP 転送によって、Keyboard over IP は機能している。

キーボード入力に対するコンピュータ処理の体感速度は、そのコンピュータの使用感に大きく影響される。ネットワークを用いてパーツを接続すると、ネットワークの遅延に応じてこの使用感が左右される可能性がある。

本研究では、Keyboard over IP の動作を確認するため、FreeBSD の dummynet bridge を利用した仮想ネットワークを用いて実験を行なった。実験では dummynet bridge で遅延を発生させ、その上で遅延と Keyboard over IP の動作状況の関係を比較した結果を表 1 に示す。

表 1: 平均 RTT と Keyboard over IP の動作の関係

平均 RTT	動作状況
139.331ms	遅延が出始める
265.820ms	入力が落ち始めるが、利用は可能
299.747ms	入力落ちが多く、利用が難しい
399.500ms	入力落ちが激しく、実用的ではない

本実験により、人間が違和感なく Keyboard over IP を利用できるネットワーク上の遅延は、Round Trip Time (RTT) が約 140ms 以下の場合であることが分かった。現在のコンピュータのパーツは、それらパーツが占有できるバス上で動作するように設計されている。遅延の大きいネットワーク上でこれらのパーツを動作させる事は難しい。したがって、本アーキテクチャの実現には低遅延・超高速ネットワークの普及が不可欠である。

4. 今後の研究

キーボードは単純なキャラクタ型デバイスである。また、その利用も Linux Input Subsystem によって隠蔽されており、容易である。Keyboard over IP は All-IP Computer アーキテクチャの一部分であり、これだけでは All-IP Computer アーキテクチャは実現しない。

キーボード以外にも、コンピュータを構成するパーツは様々である。様々な規格・パーツを利用できる仕組みを本研究においては開発していく。このアーキテクチャが実現した時、必要に応じて自由かつ動的に環境を構築できる、新しいコンピュータアーキテクチャを利用する事が可能となる。

[†]慶應義塾大学 環境情報学部 Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

[‡]慶應義塾大学 政策・メディア研究科 Graduate School of Media and Governance, Keio University