

### 1. 担当 PM

竹迫 良範（株式会社リクルートマーケティングパートナーズ 専門役員）

### 2. 契約者氏名

クリエイター：城倉 弘樹（法政大学 理工学部 金井敦研究室）

### 3. 委託金支払額

2,304,000 円

### 4. テーマ名

環境に対して自動最適化する高性能通信基盤の開発

### 5. 関連 Web サイト

- susanow : <https://github.com/susanow/susanow>
- ssnpy : <https://github.com/susanow/ssnpy>
- D2-Agent : <https://github.com/susanow/d2agent>
- その他ツールやベンチマーク等 : <https://github.com/susanow/hack>

### 6. テーマ概要

本プロジェクトでは、10/40GbE 以上の高性能なソフトウェアルータ基盤「susanow」を開発し、それらを自動で最適化する仮想ネットワークの実現を目的とする。近年 Intel DPDK の登場により、一般 PC の Linux 上でハードウェアルータに迫る性能を持つソフトウェアルータが実装可能になった。しかし DPDK を利用したソフトウェアは設計／設定面で高度なチューニングが必要であり、また、システム全ての実装を行わなければならない、高性能なソフトウェアを開発するためのコストが高い。加えて開発に際しては、ソフトウェアのボトルネックがどこにあるのか、どのように解決すべきなのか、という困難な問題に頻繁に直面する。本プロジェクトではネットワークトラフィックやマシン構成に応じてパラメータ等を自動最適化し、通信ソフトウェア開発の低コスト化、及びパケット転送の役割を担うデータプレーンの自動高性能化を実現する。

## 7. 採択理由

ひと昔前のルータは複数の NIC を持ち独自のリングバッファやパケット書き換えをハードウェアで行なうオフロード機能を持った独特なアーキテクチャのものが多かったが、Intel 製 CPU/NIC の高速化と Intel DPDK の登場で、最近の高性能ルータの中身が Intel 製のものに大きく変わりつつある。Intel DPDK と x86/x64JIT を組み合わせて、通信トラフィックの状況に応じて自動最適化するアルゴリズムを開発し、CPU のマルチコア性能を大きく引き出して超高速なルータを安価に自作する提案である。世界一の価格性能比率を実現することも一つの目標だが、ここで培った要素技術の開発は様々な場所で展開可能であるので、密結合による高速化の実現の他に、疎結合なライブラリ化も同時に進めて成果を広く社会に還元していくことも期待し、採択した。

## 8. 開発目標

従来のハードウェアルータや Firewall の性能をネットワークオペレータが職人技で安定運用できるように手作業でチューニングするのではなく、性能のチューニングはコンピュータが自動で行い、ネットワーク性能の最適化は人の手を使うことなく、自動で行うシステムを新規に開発することを目標とする。

具体的には、以下のサブシステムを持ち、以下の要件を満たす通信基盤を開発することを目標とする。

サブシステム：

- 動的にスケール可能なルータ開発フレームワーク D2-Lib の実装
- D2-Lib を用いて開発した基本的な VNF (I3fwd、I2fwd、ACL) の実装
- VNF や NIC の統計情報を取得可能なシステム基盤の実装
- VNF を定期的に監視し、適宜
- VNF をスケールさせるエージェントの実装

要件：

- DPDK を用い、固定リソース割り当ての NFV の性能を上回る
- ネットワークトラフィックに合わせて、自動で性能最適化が可能

## 9. 進捗概要

基本方針として実現したいシステム全体を設計し、各コンポーネントを順次実装しながら、完成形に近づけた。本プロジェクトの目的を達成するために、ルータ等の VNF の開発を支援するフレームワークを開発し、それらの VNF を適宜監視、アルゴリズムを用いて動的にチューニングを行うことにより、インターネットの環境に対して自動で最適化する通信基盤を開発した。パケット処理のバックエンドには DPDK を用い、開発の難易度が上がる部分をフレームワーク

によりできる限り隠蔽することにより、10/40GbE 以上の VNF の開発サイクルを高めるだけでなく、VNF の性能チューニングをリモートから行えるようなシステムを開発した。

本プロジェクトではこれらのシステム全体を susanow (スサノヲ) と呼び、susanow を構成するサブシステムコンポーネントとして D2 を開発した(図 1)。

開発結果として、当初の目標である「トラフィックに対してリソース割り当て量を自動で変更し性能の最適化を行う」という要件を実現できた。また、実際に高性能 PC の検証環境を用意し、トラフィックの負荷が変動する中、コア数の割り当てを自動で最適化し、40GbE 以上の高性能通信を維持できることを確認できた (図 2)。

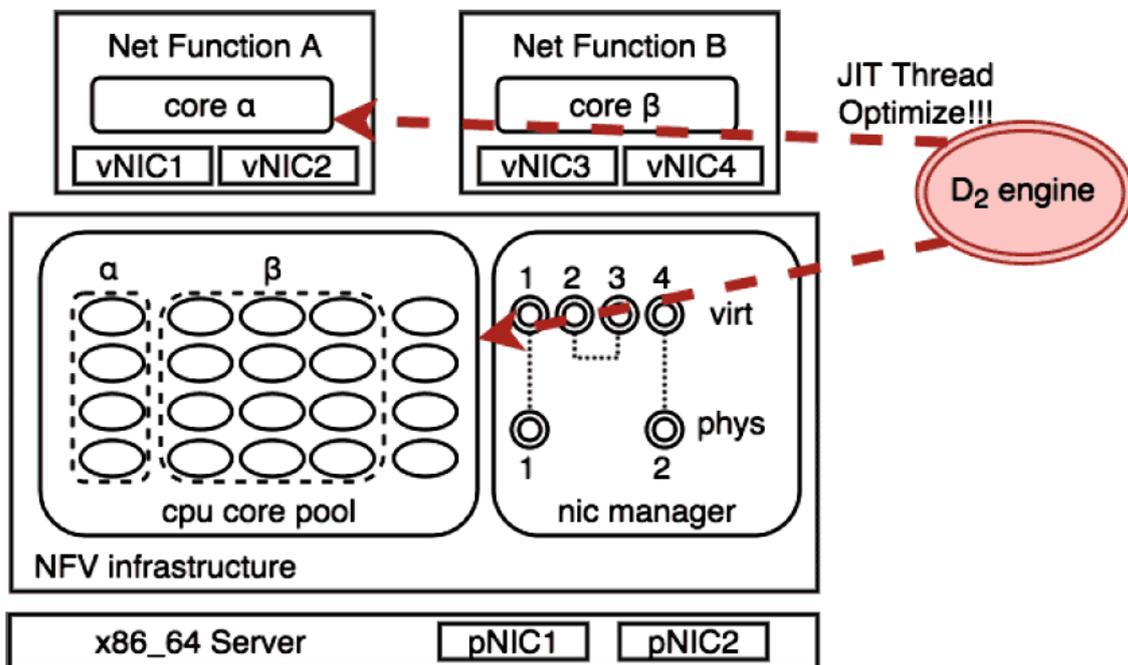


図 1. susanow のアーキテクチャ図

## 10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、C/C++を用いた高度なプログラミング技術とチューニングが必要であったが、最初の段階で非常に時間をかけてアーキテクチャの緻密な設計を行ってから実装を開始することで当初の目標を達成することができた。本プロジェクトの成果物は、既に github.com 上でオープンソースとして公開されており、引き続きバグ修正と機能追加を行っている。本ソフトウェアを利用した新しい高性能ネットワーク通信基盤ソフトウェアが今後開発される可能性があり、ソフトウェアルータの開発が Intel DPDK と C++を使える一部の職人だけのものではなく、コモディティ化していくことが期待される。

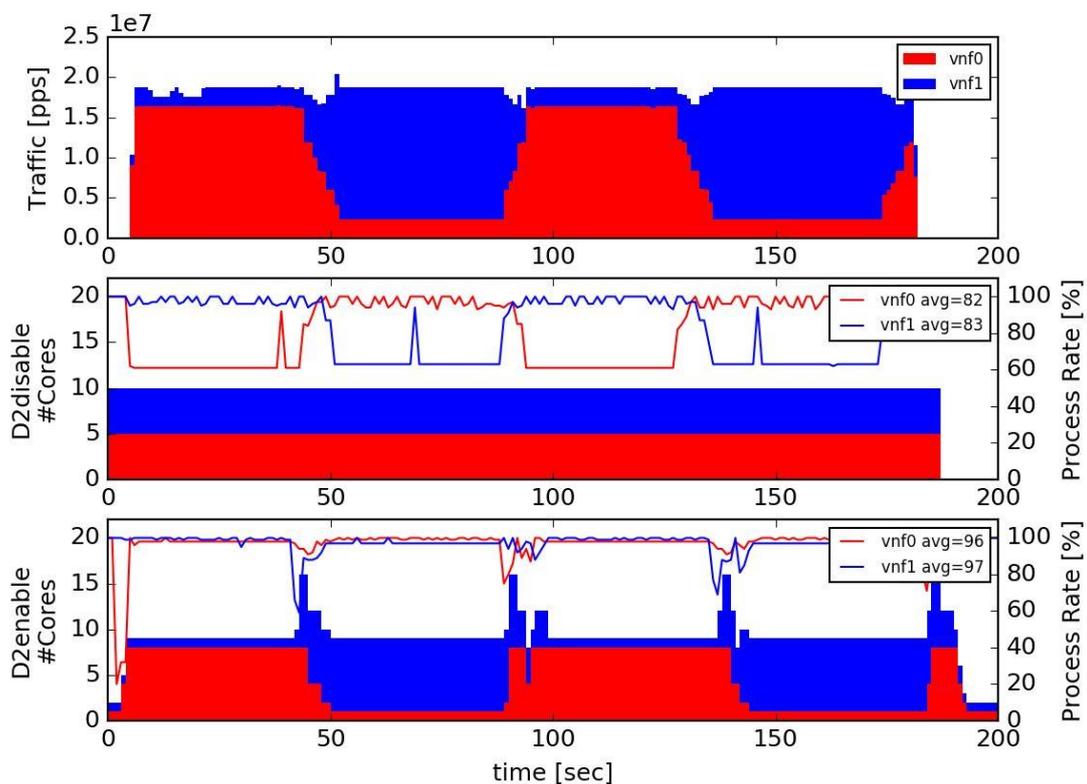


図 2. 変動するトラフィックに対して自動的にコアの割り当てを行っている様子

## 11. 今後の課題

高性能ネットワーク通信基盤ソフトウェアに必要なライブラリを一通り実装し、システムとして統合的に動かすことができたが、今後は様々な利用のシーンに応じて本当に自動で最適化されるかどうか、定量的な評価を続けていくことが課題である。