Q&A 5月29日 分

ネットワーク工学概論

1. インターネットのノード数は時間とともに増加する一方で、それに伴って経路計算のコストも上昇し続けるように思います。その場合、Anycast Routingのような現行の負荷分散システムでも将来的に十分対応できるのでしょうか。
   ➔経路計算のコスト上昇と、Anycastなどを用いた負荷分散とは、関係ありませんね。 サーバの処理負荷も、経路清算のコストも上昇しますので、対応する必要があります。 正確には、経路計算のコストよりも、経路表検索の速度の問題が厳しいですね。 シリアル処理が難しくなると、①パイプライン、②並列処理。
   ➔一方、サーバの負荷対応は、①並列処置(水平分散)、②キャッシュ(垂直分散)
2. ルーターの経路決定について、100万個の分岐があるときにたとえば1000個の分岐*1000個のように細かく分割すれば1つのルーターがものすごく速く動く必要はないのでは、と思ったのですが、これはナイーブな考えでしょうか？経由するルーターが増えるとオーバーヘッドが増加するなどがあるのでしょうか。
   ➔ 素晴らしい！！ 現実解。 並列 + パイプライン over マルチプロセッサですね！
3. ルーターに求められる性能のお話について、今までどうしてルーターという専用機器があるのか、サーバコンピューターの方が汎用性も高いし性能も良いのではないかと思っていました。しかし、100万経路の超高速な検索には、ハードウェア的なアルゴリズムが必要ということを知ってとても納得しました。ソフトウェア的なアルゴリズムだけでなく、ハードウェアを理解する重要性がよくわかった気がします。

4. 代表的な動的ルーティングプロトコルであるRIP、OSPF、BGPについて、それぞれのアルゴリズム（ディスタンスベクター型、リンクステート型、パスベクター型）の特性、動作原理がふんわりと分かりました。特に、ASの概念 を踏まえたIGPとEGPの役割分担 、そしてBGPにおけるポリシーベースの経路制御は現代のインターネットの構造において重要。 また、経路集約がルーティングテーブルの増大抑制と経路計算負荷の軽減に寄与するメカニズムや、実際のルーティングテーブルの構成例 、RIP やOSPF のステップごとの動作も理解しやすかったです。
5. IP通信で経由するルーターは誰が運営しているもの？
   ➔ 利他的で自律分散での運営です。 運営方法・約束を相談する組織がある。
6. スケールするサービスを作る際にはIDの設計を初期の段階から気を付けないといけないという話があったと思いますが、指数関数的な成長やハードウェアの革新まで予測するのは難しい時もあると思います。うまいID設計や、移行にうまくいった例を教えていただきたいです
   ➔ URI が一番いい例ですね。 “可変長”のID で “階層的”なID構造。属性(.net など)も追加可能。

Domain Name ：JPRS/JPNIC が管理 (in Japan)

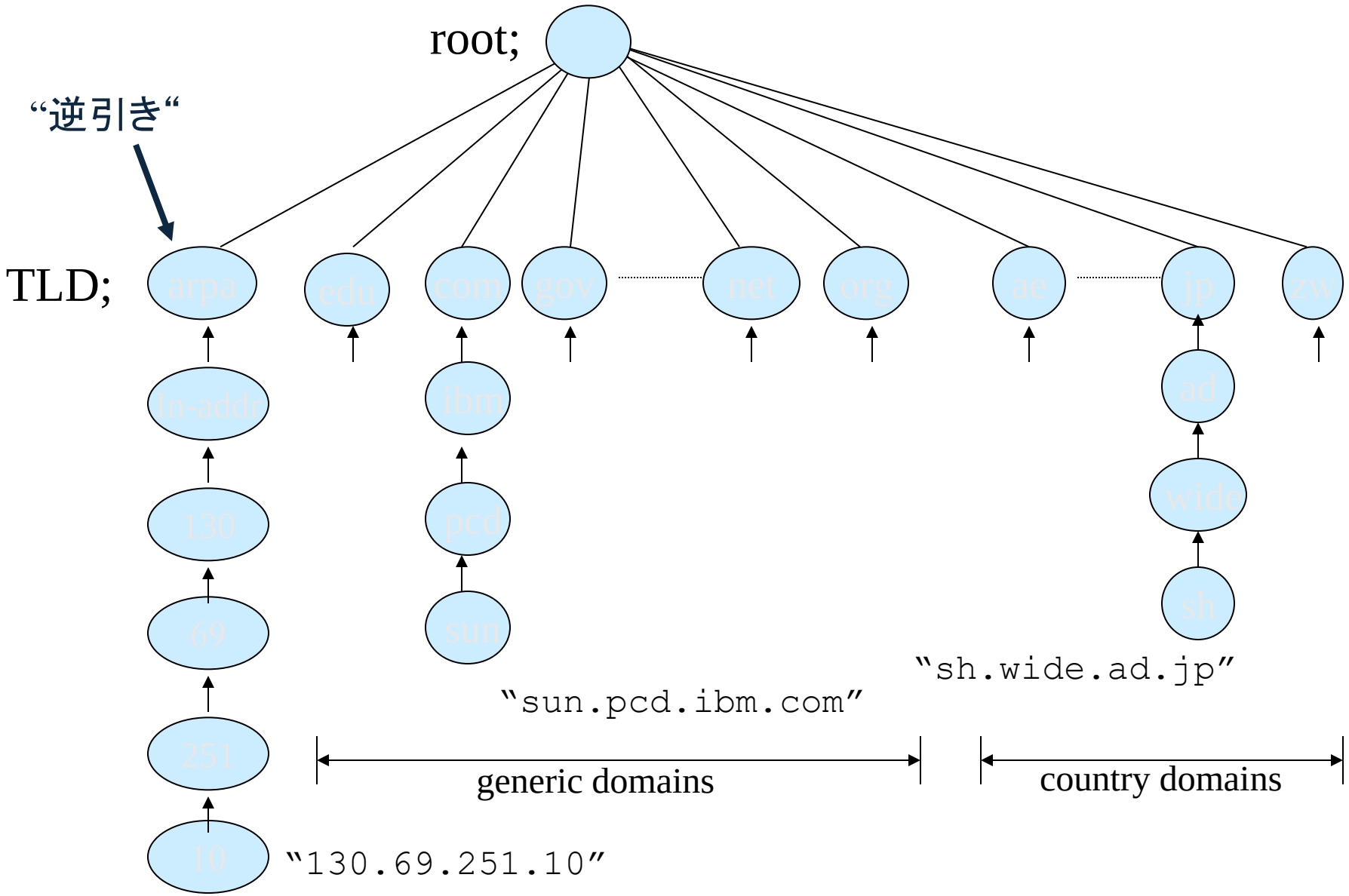
Host Name：システム運用者が決める

FQDN (Fully Qualified Domain Name)
＝ {host name} + {domain name}

URL (Uniform Resource Locator)
= {scheme} :// {FQDN}/{path}/{file name}

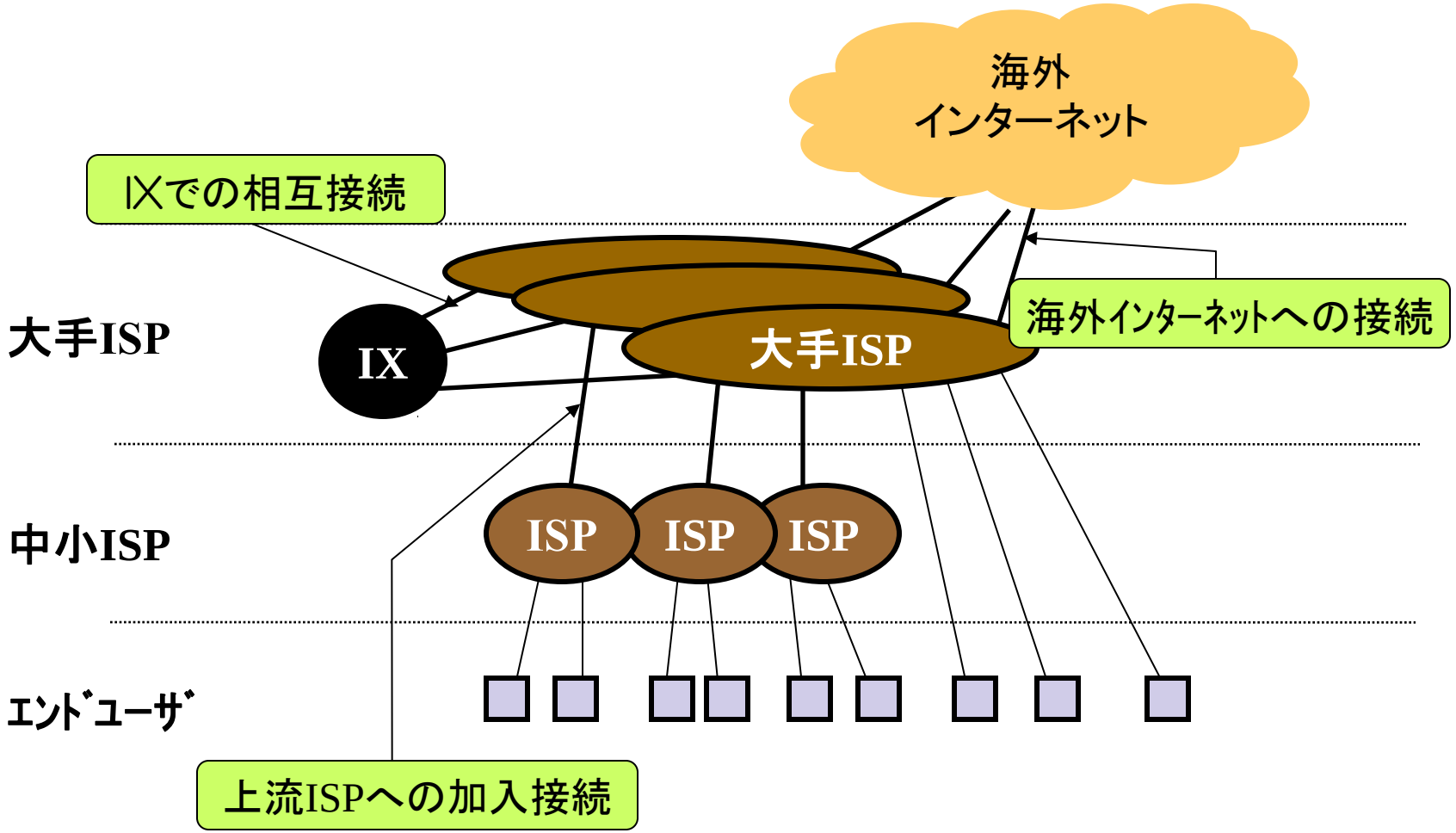
4. 代表的な動的ルーティングプロトコルであるRIP、OSPF、BGPについて、それぞれのアルゴリズム（ディスタンスベクター型、リンクステート型、パスベクター型 ）の特性、動作原理がふんわりと分かりました。特に、ASの概念 を踏まえたIGPとEGPの役割分担 、そしてBGPにおけるポリシーベースの経路制御は現代のインターネットの構造において重要。 また、経路集約がルーティングテーブルの増大抑制と経路計算負荷の軽減に寄与するメカニズムや、実際のルーティングテーブルの構成例 、RIP やOSPF のステップごとの動作も理解しやすかったです。
5. IP通信で経由するルーターは誰が運営しているもの？
   ➔ 利他的で自律分散での運営です。 運営方法・約束を相談する組織がある。
6. スケールするサービスを作る際にはIDの設計を初期の段階から気を付けないといけないという話があったと思いますが、指数関数的な成長やハードウェアの革新まで予測するのは難しい時もあると思います。うまいID設計や、移行にうまくいった例を教えていただきたいです
   ➔ URI が一番いい例ですね。 “可変長”のID で “階層的”なID構造。属性(.net など)も追加可能。
7. インターネット上の経路検索の方法はなんとなく分かったが、実際のインターネットが具体的にどのようになっているか(たとえば、自宅のルーターはISPと繋がっていると思うが、ISPから先はどこに繋がっているのか)気になった。

DNS TLD(Top Level Domain)



インターネットを成り立たせるもの

- 日本のインターネットの構造



8. RIPやOSPFのような従来のルーティングプロトコルの限界を補うために研究されているAIベースの経路制御アーキテクチャにはどのような事例があるのか知りたいです。また、AIを経路制御アーキテクチャに統合する場合、従来の分散型ルーティング構造との間で発生する制御権限の衝突やポリシーの整合性の問題などはどのように解決されているのかについてもお聞きしたいです。

   ➔？ AIを使った経路制御は行っていません。 グローバルにツリーを作れるかな？

9. Anycast Routingのところで、IPアドレスを詐称できるというお話がありました。この講義か、別のサイバーセキュリティの講義で、実際に東京大学を名乗るものが現れたケースがあると聞きました。その際は、私たち利用者にはなす術がないと言われてしまったのですが、見分けられるようなシステムにするためにはどのようにしたらよいのでしょうか。また、その必要はない（コストにリターンが見合わない）のでしょうか。

   ➔ BGP(ISP間)広告を行うルータとASの 確認を行う手法が導入されています。

10. トレースルートで色々遊ぶのに少しだけハマりました。よくハッカーのドラマやニュースなどで「色々なサーバーを経由していて犯人が特定できない」という場面を見ることがあり、最終的にどこからアクセスしているのかはトレースルートの逆の操作をすれば必ず判明するのではと思ったのですが何故なのでしょうか?

    ➔ 邪魔するのが、GW(GateWay)になります。 Echo Requestを無視する。

      攻撃を防ぐためにとの 理由で。。。。

11. IP通信が「最大限努力型」であり、必ずしも信頼性を保証しないという点である点が印象に残った。これにより、通信の単純化と大規模ネットワークへの対応が可能になっているが、同時に信頼性の確保は上位層に委ねられる設計思想には合理性を感じた。

12. Anycast Routingを現実のインフラに導入する際、ルータやプロバイダはどのように考慮すれば良いのか疑問に思った。たとえば、地理的に離れたサーバ群に対して、意図しないルーティングやトラフィック集中が起きる可能性はないのでしょうか。

    11. ➔ 経路制御は、とても単純な作業のみです。別の迂回経路を上手に作る方法、ハードウェアで代替させる方法も存在しています。江崎の仕事です(笑)

13. 物理的に遠い場所へ通信する際は、パケットが広範囲を担当するサーバに送られるということですが、階層の上位のサーバーに障害が起きた時に影響が大きくなりそうだと感じました。物理的障害にはサーバ?を分散させてリスク分散できそうですが、ソフト由来の障害へのリスクヘッジがどのようにされているのか知りたいです。

    ➔頑張ってソフトを書きなさい。 OSSで みんなで頑張ろう！

    ➔サーバーを分散させとけば、全部は落ちないかな。

    ➔ザーバーは、エンドノードなので、競争の領域。

15. 複数の端末が同じIPを称せることでロードバランサが自然に実現されるところがとても興味深かった。
16. 経路制御にグラフのアルゴリズムが使われているのが面白いと思いました。現在自分たちが学んでいるアルゴリズムの実用的な活用方法を実感することができたおで良かったです。
17. 家庭でルーターを契約する際、それらのルーターにはデフォルトでIPアドレスやルーティングテーブル、デフォルトゲートウェイがすでに紐づけられているということでしょうか？その場合、多数のインターネットサービス事業があると思いますがそれらの会社間で被りがないように考慮して制定されるのでしょうか。また販売する時点ではそのルーターがどの地域で実際に使用されるかはわからないと思いますが、適切にデフォルトゲートウェイが設定されるようになっているのでしょうか？ これらはルーターの製造時に割り当てられるのではなく、契約時に適宜割り当てられるということですか。
    ➔ ISPとの契約時に、家庭の引き込み線から、どこのISPの最初のルータに接続されるかの設定を、ISPのアクセス網で設定します。IPアドレスは、DHCPと同様に、ISP から 降ってきます。 IPv4は、通常1つのアドレス、IPv6はアドレス空間が降ってきます(教えます)。
18. 一つのサーバーでできることをあえて分散させてSingle point of failureにならないようにしているという話が興味深かった。

19. インターネット導入当初は “done is better than perfect” の考え方で、「ネットワーク的に近い相手としか通信できないけど、一応ネット使えるよ」という時代もあったのでしょうか？

    ➔はい。『we reject king, president and voting, we believe in running code』

    ➔でも、最初から、地球上のすべてのコンピュータを繋ぐという理想。

20. コマンドプロンプトやターミナルでさまざまなことができるのだなと思った

    ➔ 単純なモジュールを上手に組み合わせるですね ☺

21. DHCPのセキュリティの脆弱性が実際に狙われる要因となっているので、DHCPスヌーピングのような技術との連携が必要であると思いました。

22. インターネット全体の経路を決めるBGPが、ある意味「性善説」に基づいているという点には、ハラハラしたものを感じました。BGPハイジャックのニュースなどもありますし、、、 RPKIのような対策が進められているとのことですが、インターネットの基盤であるBGPの「信頼性」や「安全性」を今後さらに高めていく上で、技術的・運用的に最も重要になるのは、どのような観点なのでしょうか？

    ➔「動かすこと！」を最重要視。 最も重要なことは、規模の拡大 と、悪意の攻撃ですね。 さらに、政治が介入。