

Anycast CDNの配信サーバ群構成法の基礎検討

Basic Study of Grouping Method of Cache Locations in Anycast CDN

加藤 千尋

上山 憲昭

Chihiro Kato

Noriaki Kamiyama

立命館大学 情報理工学部

College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

1. はじめに

トラフィック量の削減やユーザ品質の向上のため、地理的に分散した場所にキャッシュサーバを設置し、ユーザに近いキャッシュサーバからコンテンツを取得する CDN (content delivery network) が広く普及している。よりユーザから地理的に近いキャッシュから配信することでレイテンシを低減することを目的としているが、CDNのパフォーマンスを最大限に引き出すためには、配信要求に対して適切なキャッシュサーバを選択することが重要である。その手法の一つである Anycast-based CDNでは、ルーティングプロトコルが BGP (Border Gateway Protocol) に依存しているため、一部の要求が適切なキャッシュにルーティングされず [1]、また、最も近いキャッシュから数百 km 離れた場所に頻繁にルーティングされることが指摘されている [2]。さらに、BGP は基本的に静的なルーティングを行い、ネットワークの状況を考慮しないため、既存の Anycast CDN では、コンテンツの人気度には地域性があるにも関わらず、すべてのコンテンツ要求に対して同一のキャッシュサーバセット (リング) を回答するという問題がある。

そこで本稿では、コンテンツの人気の空間的局所性を考慮した Anycast 配信を実現するため、コンテンツに応じて空間的な人気の偏りを考慮した適切なリングを割り当てる方法を提案する。ここで、リングとは空間的に偏りがある複数の同一 IP アドレスが付与されたキャッシュサーバ群から構成された Anycast グループであり、ルーティングされる候補を絞ることで、適切でない場所にルーティングされる問題を軽減することを目標としている。本稿では本アプローチの基礎的な実現可能性を評価する第一ステップとして、まず高人気 Webpage の国別の要求数に関するデータを収集し、各コンテンツの訪問数降順にトラフィックシェア上位国の情報からリングを作成する。さらに、各コンテンツにおける適切なリングを割り当てた際のカバー率を算出し、提案手法の実現可能性を評価する。

2. 提案手法

まず、提案方式を実現するうえで、各コンテンツにおける訪問数と国別トラフィックシェア上位 5 カ国が把握可能であることを前提条件とする。要求発生数の上位 5ヶ国以内で要求の 90%以上を占めるコンテンツを n 個収集し、各コンテンツ m のトラフィックシェア上位 k 国の集合 B_m から、リング作成数 N とリング内に含まれる国数 k に応じてリングを作成する。上位 5ヶ国でトラフィックの 90%以上を占めていることから、これらの国々にキャッシュを配置することで、大部分のユーザに対する効率的なコンテンツ配信が可能となる。以下にリング構成アルゴリズムを示す。

1. コンテンツ m を要求数の降順にソート。
2. 最上位のコンテンツ m から順に、 B_m からトラフィックシェア k 位までの国を抽出
3. 抽出した国集合が、既に作成したリングと重複しない場合は新規リングとしてリングを作成
4. Step2 と Step3 を N 個のリングが作成されるまで反復。

また、リング作成に関わっていない人気下位のコンテンツについては、各コンテンツの上位国 1 位から順に探索し、その上位国が含まれるリングの中から、より上位の国が含まれているリングを割り当てる。これにより、リング作成に直接関わらなかった下位のコンテンツに対しても、各トラフィックシェア上位国を考慮したリングが割り当てられることとなる。ただし、 B_m が、作成したリングの国々と全て一致しない場合は、まず各コンテンツのトラフィック上位国において、作成されたリングに含まれる全ての国との地理的距離を計算し、それらの距離の中から最も近い国が含まれるリングを選択する。この選択は、上位の国を優先的に考慮し、それに最も地理的に近い国が含まれるリングを選択する。これにより、 B_m が作成したリングの国々と全て一致しない場合でも、最も適切と考えられるリングが割り当てられるため、トラフィック距離が過度に増加することを防ぎ、レイテンシの抑制を図る。

3. 性能評価

提案方式の有効性を、計算機シミュレーションにより評価する。任意に設定したパラメタ N と k に応じて作成されたリングのカバー率 $C_{N,k}$ を求める。ここでカバー率は全コンテンツにおける、割り当てられたリングがどれだけトラフィック上位 5 カ国をカバーしているかの平均を表す。すなわちコンテンツ m に割り当てられたリングの国集合を R_m とすると、リング作成数 N 、リング内に含まれる国数 k を用いて、カバー率 $C_{N,k}$ は次式で定義される。

$$C_{N,k} = \frac{\sum_{m=1}^n \frac{|R_m \cap B_m|}{5}}{n} \quad (1)$$

図 1 に、提案方式を適用し各 k に対して作成リング数 N を変化させた場合のカバー率を示す。ただし $n=113$ 、 k を 3,4,5 の 3通りとし、 N を最小 10、最大 80 の 10 刻みで設定した。リング内の要素国数 k の増加に伴い、カバー率が増加することが確認できる。これは、 k が増えることで各リングが収容できる国数が増加するため、より多くのトラフィック上位国をカバーすることが可能ためである。

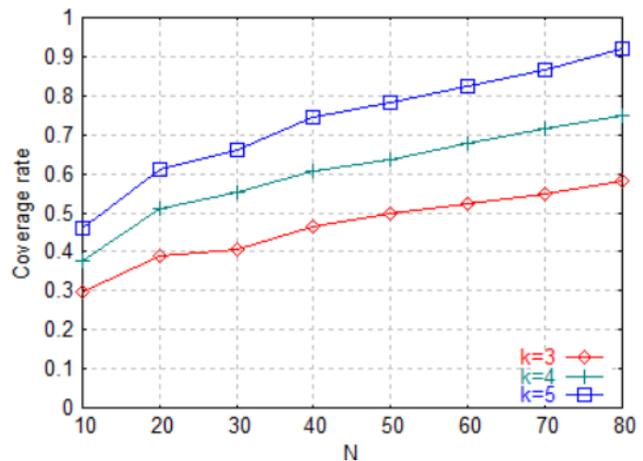


図 1: Cover ratio against number of rings

また、リング作成数 N の増加に伴い、カバー率が上昇することが確認できる。これは、作成したリング数が増えることで、各コンテンツが割り当てられるリングの選択肢が増え、より適切なリングが選ばれやすくなるためである。そして、 $k=3$ のときは $N=30$ から $N=40$ までの間でカバー率が急激に上昇しており、 $k=4$ では $N=20$ から $N=30$ の間、 $k=5$ では $N=10$ から $N=20$ の間で急激な上昇が見られる。これは、一定数以上のリングが存在すると、それ以上リング数を増やしてもカバー率の向上は緩やかになることを示唆していると考えられる。

提案手法を用いることで、10~40 程度の数のリングを用意することで、高人気コンテンツの 40%~70%程度の要求をカバーできることが確認できる。

謝辞本研究成果は JSPS 科研費 21H03437 の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] Matt Calder, Ashley Flavel, Ethan Katz-Bassett, Ratul Mahajan, and Jitendra Padhye, "Analyzing the Performance of an Anycast CDN," ACM IMC 2015
- [2] Zhihao Li, Dave Levin, Neil Spring, and Bobby Bhattacharjee, "Internet anycast: performance, problems, & potential", ACM SIGCOMM 2018