11장. 뉴스 피드 시스템 설계

Created	@November 10, 2022 10:55 AM
Progress	In Progress

📃 **학습 TODO list**

- [ ]

> *뉴스 피드(news feed)는 홈 페이지 중앙에 지속적으로 업데이트되는 스토리들로, 사용자 상태 정보 업데이트, 사진, 비디오, 링크, 앱 활동(app activity), 그리고 페이스북에서 팔로우하는 사람들, 페이지, 또는 그룹으로부터 나오는 '좋아요(likes)' 등을 포함한다.*

8.1. 1단계: 문제 이해 및 설계 범위 확정

> *질문을 통해 요구사항을 알아내고 설계 범위를 좁힌다.*

👩‍💻 모바일 앱을 위한 시스템인가요? 아니면 웹? 둘 다 지원해야 합니까?

둘 다 지원해야 합니다.

중요한 기능으로는 어떤 것이 있을까요?

사용자는 뉴스 피드 페이지에 새로운 스토리를 올릴 수 있어야 하고, 친구들이 올리는 스토리를 볼 수도 있어야 합니다.

뉴스 피드에는 어떤 순서로 스토리가 표시되어야 하나요? 최신 포스트가 위에 오도록 해야 하나요? 아니면 토픽 점수(topic score) 같은 다른 기준이 있습니까? 예를 들어, 가까운 친구의 포스트는 좀 더 위에 배치되어야 한다든가 하는.

그냥 단순히 시간 흐름 역순(reverse chronological order)으로 표시된다고 가정합시다.

한 명의 사용자는 최대 몇 명의 친구를 가질 수 있습니까?

5,000명입니다.

트래픽 규모는 어느 정도입니까?

매일 천만 명이 방문한다고 가정합시다(10million DAU).

피드에 이미지나 비디오 스토리도 올라올 수 있습니까?

👩‍🏫 스토리에는 이미지나 비디오 등의 미디어 파일이 포함될 수 있습니다.

8.2. 2단계: 개략적 설계안 제시 및 동의 구하기

- `피드 발행(feed publishing)`과 `뉴스 피드 생성(news feed building)`의 두 가지 부분으로 나뉘어 있다.
  - `피드 발행`: 사용자가 스토리를 포스팅하면 해당 데이터를 `캐시`와 `데이터베이스`에 기록한다. 새 포스팅은 친구의 뉴스 피드에도 전송된다.
  - `뉴스 피드 생성`: 지면 관계상 뉴스 피드는 모든 친구의 포스팅을 시간 흐름 역순으로 모아서 만든다고 가정한다.

8.2.1. 뉴스 피드 API

- HTTP 프로토콜 기반
- 상태 정보를 업데이트하거나, 뉴스 피드를 가져오거나, 친구를 추가하는 등의 다양한 작업을 수행하는 데 사용한다.

👨‍💻 **피드 발행 API**

- 새 스토리를 포스팅하기 위한 API
- HTTP POST 형태로 요청을 보낸다.

  `POST /v1/me/feed`
  - parameter
    - `body`: 포스팅 내용
    - `Authorization` 헤더: API 호출 인증

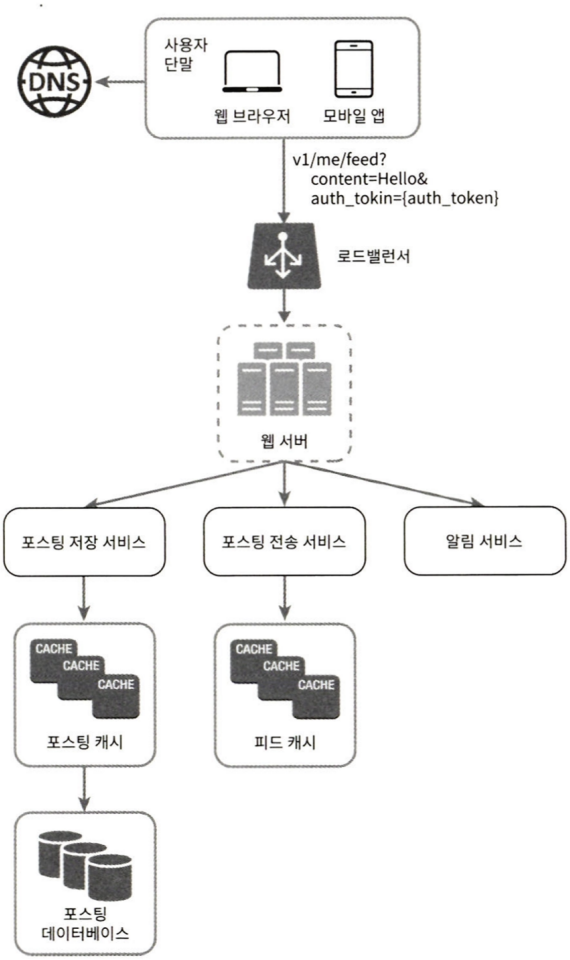
피드 읽기 API

- 뉴스 피드를 가져오는 API
- HTTP POST 형태로 요청을 보낸다.

  `GET /v1/me/feed`

  - parameter
    - `Authorization` 헤더: API 호출 인증

8.2.2. 피드 발행



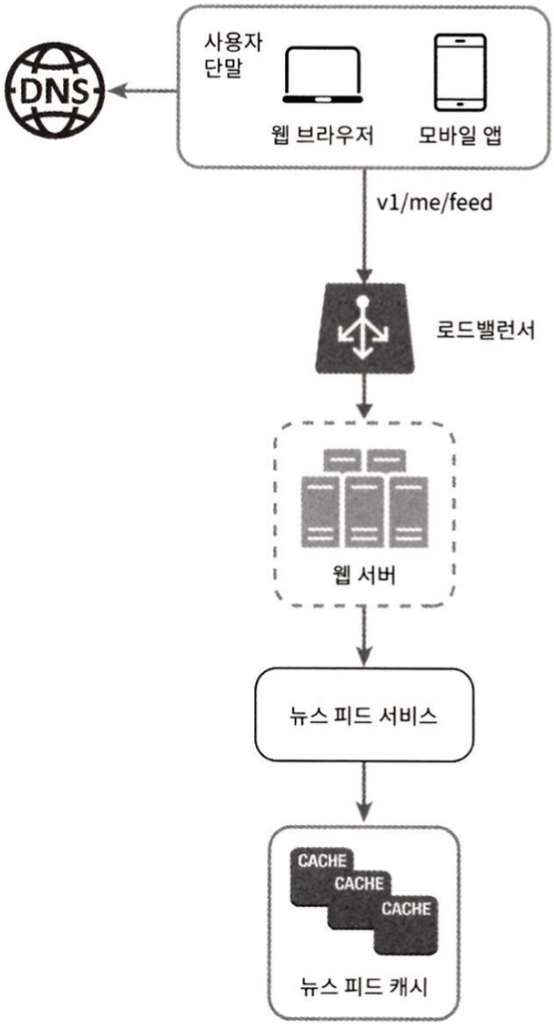
피드 발행 시스템의 개략적 형태

- 사용자: 모바일 앱이나 브라우저에서 새 포스팅을 올리는 주체

  `POST /v1/me/feed` API

- `로드밸런서(load balancer)`: 트래픽을 웹 서버들로 분산한다.
- 웹 서버: HTTP 요청을 내부 서비스로 중계하는 역할
- 포스팅 저장 서비스(post service): 새 포스팅을 `데이터베이스`와 `캐시`에 저장
- 포스팅 전송 서비스(fanout service): 새 포스팅을 친구의 뉴스 피드에 푸시(push)한다. 뉴스 피드 데이터는 `캐시`에 보관하여 빠르게 읽어갈 수 있도록 한다.
- 알림 서비스(notification service): 친구들에게 새 포스팅이 올라왔음을 알리거나, 푸시 알림을 보내는 역할

8.2.3. 뉴스 피드 생성



사용자가 보는 뉴스 피드가 만들어지는 과정

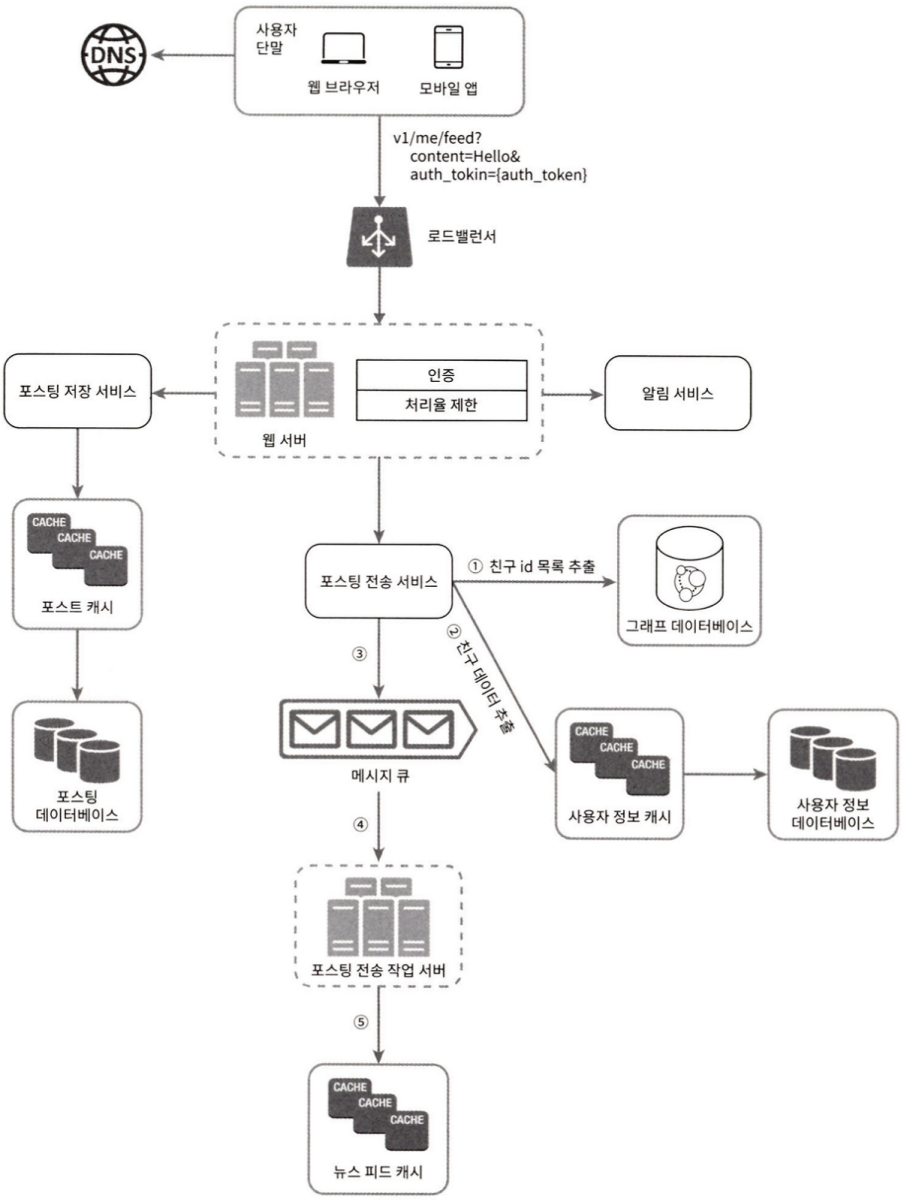
- 사용자: 뉴스 피드를 읽는 주체

`GET /v1/me/feed` API

- `로드 밸런서`: 트래픽을 웹 서버들로 분산한다.
- 웹 서버: 트래픽을 뉴스 피드 서비스로 보낸다.
- 뉴스 피드 서비스(news feed service): `캐시`에서 뉴스 피드를 가져오는 서비스
- 뉴스 피드 캐시(news feed cache): 뉴스 피드를 렌더링할 때 필요한 피드 ID를 보관한다.

8.3. 3단계: 상세 설계

8.3.1. 피드 발행 흐름 상세 설계



피드 발행 흐름의 상세 설계안

- **웹 서버**
  - 클라이언트와 통신할 뿐 아니라 인증이나 처리율 제한 등의 기능도 수행한다.
  - 올바른 인증 토큰을 `Authorization` 헤더에 넣고 API를 호출하는 사용자만 포스팅을 할 수 있어야 한다.
  - 스팸을 막고 유해한 콘텐츠가 자주 올라오는 것을 방지하기 위해서 특정 기간 동안 한 사용자가 올릴 수 있는 포스팅의 수에 제한을 두어야 한다.
- **포스팅 전송(팬아웃) 서비스**

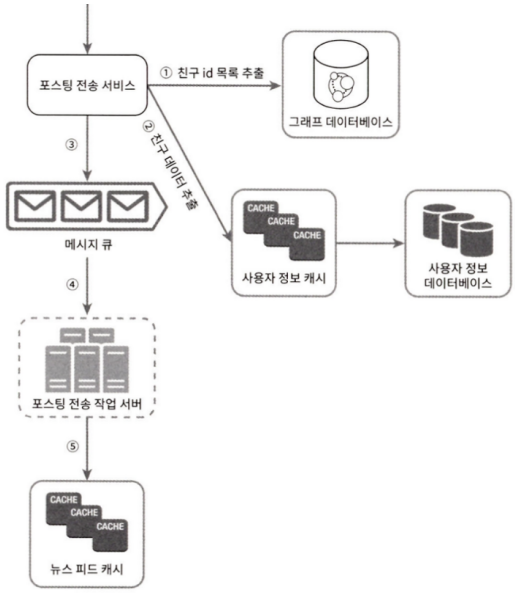
- 포스팅 전송(fanout): 어떤 사용자의 새 포스팅을 그 사용자와 친구 관계에 있는 모든 사용자에게 전달하는 과정
  - 뉴스 피드를 빠르게 가져올 수 있도록 하는 것은 아주 중요하므로 대부분의 사용자에 대해서 **push 모델**을 사용한다.
    - 친구나 follower가 아주 많은 사용자의 경우 follower로 하여금 해당 사용자의 포스팅을 필요할 때 가져가도록 하는 **pull 모델**을 사용하여 시스템 과부하를 방지할 수 있다.
    - 안정 해시(consistent hashing)를 통해 요청과 데이터를 보다 고르게 분산하여 핫키 문제를 줄일 수 있다.

쓰기 시점에 팬 아웃(fanout-on-write, push 모델)

- 새로운 포스팅을 기록하는 시점에 뉴스 피드를 갱신한다.
  - 포스팅이 완료되면 바로 해당 사용자의 캐시에 해당 포스팅을 기록한다.
- **장점**
  - 뉴스 피드가 실시간으로 갱신되며 친구 목록에 있는 사용자에게 즉시 전송된다.
  - 새 포스팅이 기록되는 순간에 뉴스 피드가 이미 갱신되므로(pre-computed) 뉴스 피드를 읽는 데 드는 시간이 짧아진다.
- **단점**
  - 친구가 많은 사용자의 경우 친구 목록을 가져오고 그 목록에 있는 사용자 모두의 뉴스 피드를 갱신하는 데 많은 시간이 소요될 수도 있다.(hotkey 문제)
  - 서비스를 자주 이용하지 않는 사용자의 피드까지 갱신해야 하므로 컴퓨팅 자원이 낭비된다.

👩‍💻 읽기 시점에 팬 아웃(fanout-on-read, pull 모델)

- 피드를 읽어야 하는 시점에 뉴스 피드를 갱신한다.(요청 기반 on-demand 모델)
  - 사용자가 본인 홈페이지나 타임라인을 로딩하는 시점에 새로운 포스트를 가져온다.
- **장점**
  - 비활성화된 사용자, 또는 서비스에 거의 로그인하지 않는 사용자의 경우 이 모델이 유리하다.
    - 로그인하기까지 어떤 컴퓨팅 자원도 소모하지 않는다.
  - 데이터를 친구 각각에 푸시하는 작업이 필요 없으므로 hotkey 문제가 발생하지 않는다.
- **단점**
  - 뉴스 피드를 읽는 데 많은 시간이 소요된다.

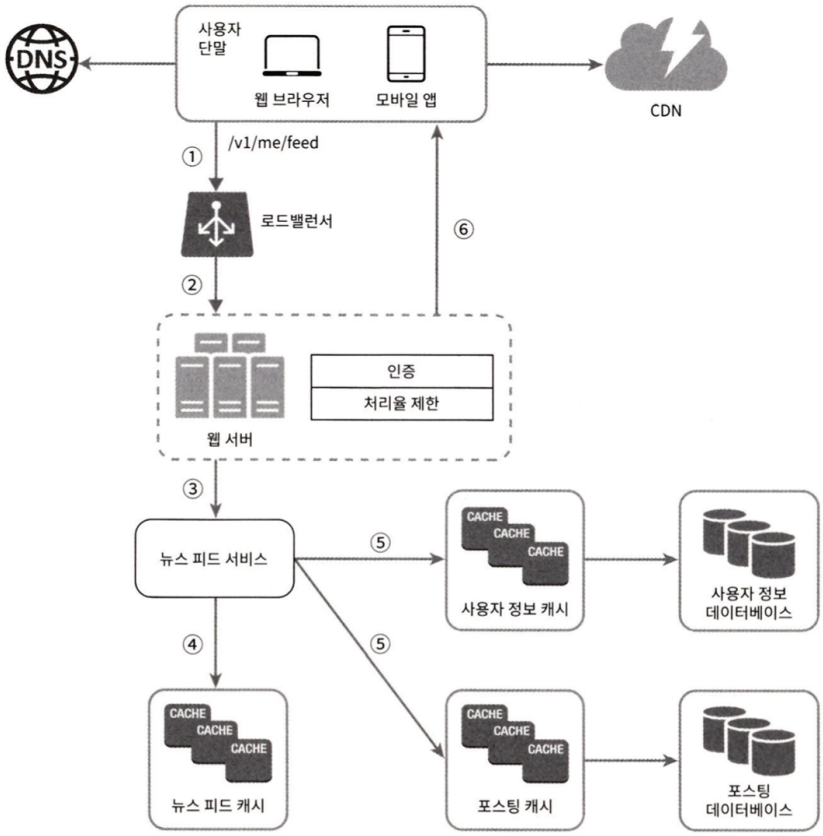


팬아웃 서비스

1. `그래프 데이터베이스`에서 친구 ID 목록을 가져온다.
   - `그래프 데이터베이스`는 친구 관계나 친구 추천을 관리하기 적합하다.

2. 사용자 정보 캐시에서 친구들의 정보를 가져온다. 그런 후에 사용자 설정에 따라 친구 가운데 일부를 걸러낸다.
    - 친구 중 누군가의 피드 업데이트를 무시하기로 설정했다면(mute) 친구 관계는 유지되지만 해당 사용자의 새 스토리는 뉴스 피드에 보이지 않아야 한다.
    - 새로 포스팅 된 스토리가 일부 사용자에게만 공유되도록 설정된 경우도 마찬가지이다.
3. 친구 목록과 새 스토리의 포스팅 ID를 메시지 큐에 넣는다.
4. 팬아웃 작업 서버가 메시지 큐에서 데이터를 꺼내어 뉴스 피드 데이터를 뉴스 피드 캐시에 넣는다.
    - 뉴스 피드 캐시: `<포스팅 ID, 사용자 ID>`의 순서쌍을 보관하는 매핑 테이블
        - 새로운 포스팅이 만들어질 때마다 뉴스 피드 캐시에 레코드들이 추가된다.
        - 사용자 정보와 포스팅 정보 전부를 테이블에 저장하면 메모리 요구량이 지나치게 늘어날 수 있다. 따라서 메모리 크기를 적정 수준으로 유지하기 위해서 캐시 크기에 제한을 두고 해당 값을 조정 가능하도록 한다.
            - 어떤 사용자가 뉴스 피드에 올라온 수천 개의 스토리를 전부 훑어보는 일이 벌어질 확률은 낮다. 대부분 최신 스토리를 보려고 한다. 따라서 `cache miss` 발생 확률이 낮다.

8.3.2. 피드 읽기 흐름 상세 설계



뉴스 피드를 읽는 과정 전반의 상세 설계안

이미지나 비디오 같은 미디어 콘텐츠는 CDN에 저장하여 빨리 읽을 수 있도록 한다.

1. 사용자가 뉴스 피드를 읽으려는 요청을 보낸다.

   `GET /v1/me/feed`

2. 로드밸런서가 요청을 웹 서버 가운데 하나로 보낸다.
3. 웹 서버는 피드를 가져오기 위해 뉴스 피드 서비스를 호출한다.
4. 뉴스 피드 서비스는 뉴스 피드 캐시에서 포스팅 ID 목록을 가져온다.
5. 뉴스 피드에 표시할 사용자 이름, 사용자 사진, 포스팅 콘텐츠, 이미지 등을 사용자 캐시와 포스팅 캐시에서 가져와 완전한 뉴스 피드를 만든다.
6. 생성된 뉴스 피드를 JSON 형태로 클라이언트에게 보낸다. 클라이언트는 해당 피드를 렌더링한다.

8.3.3. 캐시 구조

캐시 계층
캐시는 뉴스 피드 시스템의 핵심 컴포넌트이다.

- 뉴스 피드: 뉴스 피드의 ID를 보관한다.
- 콘텐츠: 포스팅 데이터를 보관한다. 인기 콘텐츠는 따로 보관한다.
- 소셜 그래프: 사용자 간 관계 정보를 보관한다.
- 행동(action): 포스팅에 대한 사용자의 행위에 관한 정보를 보관한다.
  - 포스팅에 대한 '좋아요', 답글 등
- 횟수(count): '좋아요' 횟수, 응답 수, 팔로어 수, 팔로잉 수 등

8.4. 4단계: 마무리

👨‍💻 추가 논의 사항

- 데이터베이스 규모 확장
  - 수직적 규모 확장 vs 수평적 규모 확장
  - SQL vs NoSQL
  - master-slave 다중화
  - 복제본(replica)에 대한 읽기 연산
  - 일관성 모델(consistency model)
  - 데이터베이스 샤딩(sharding)
- 웹 계층(web tier)을 무상태로 운영하기
- 가능한 많은 데이터를 캐시할 방법
- 여러 데이터 센터를 지원할 방법
- 메시지 큐를 사용하여 컴포넌트 사이의 결합도 낮추기
- 핵심 메트릭(key metric)에 대한 모니터링
  - ex. 트래픽이 몰리는 시간대의 QPS(Queries per Second), 사용자가 뉴스 피드를 새로고침(refresh) 할 때의 지연시간 등