2024학년도 1학기 중간과제물(온라인 제출용)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **교과목명** | : | 정보통신망 |
|  | **학번** | : | 202034-153746 |
|  | **성명** | : | 이동열 |
|  | **연락처** | : | 010-5264-5565 |
|  | **ChatGPT 사용** | : | X |

EMB000023580f65 ※ A4용지 편집 사용

1. 정의 및 필요성

에지 컴퓨팅은 정보를 저장하거나 연산을 위한 컴퓨팅 자원을 해당 데이터를 생성하고 소비하는 디바이스나 사용자에게 가깝게 제공하는 형태를 의미한다. 전통적인 데이터 처리 방식은 센서나 디바이스에서 수집한 데이터를 처리하기 위해 데이터들을 중앙의 데이터 센터로 모두 전송해 처리하는 방식이었으나 현대에서는 시스템의 규모가 커지고 데이터 처리과정이 복잡해지면서 네트워크 및 데이터 처리 부하가 증가해 불필요하게 자원을 낭비하고 지연시간을 증가하는 상황이 발생했다. 이를 해결하기 위해 데이터 처리에 대한 부분을 데이터 소스 주변에 위치시켜 네트워크 지연 시간을 줄이고 데이터 처리속도를 증가시키는 에지 컴퓨팅이 등장하게 된다. 에지 컴퓨팅은 데이터들을 효율적으로 수집하고 처리가 가능하기 때문에 빠르게 대중화되고 있다.

데이터 소스에서 데이터를 처리하기 때문에 네트워크 사용을 최소화할 수 있어 네트워크 지연을 최소화 시키고 대역폭에 대한 요구 사항을 충족 시킬 수 있으며 실시간으로 처리결과를 제공해 비즈니스 부문에서 빠르게 의사결정을 내리는데 도움이 돼 조직 운영 효율성을 증가시킨다. 또한 데이터를 데이터 소스에서 관리하기 때문에 안정성과 성능을 증가시키고 프로세를 자동화할 수 있어 사용자 경험을 개선할 수 있다.

운영 환경에서의 안정적인 데이터 처리, 데이터 분석, 가용성 확보가 가능하고 자동화, 현장 내 데이터 수집, 업무 효율성 개선, 기계간 통신 지원이 가능해 센서나 IoT 디바이스를 사용해 제조 사업에서 주로 활용하고 있다. 주요 활용 사례는 다음과 같다.

첫 번째 사례는 자율 주행 차량이다. 자율 주행 차량은 매 순간 대량의 데이터를 수집하고 실시간 처리를 요하기 때문에 수집된 데이터를 데이터 센터로 보내 처리할 경우 네트워크 지연 등으로 인해 처리 결과를 즉각적으로 확인할 수 없어 주행 의사결정에 문제가 발생할 수 있다.

두 번째 사례는 에너지 산업이다. 석유를 굴착하는데 사용되는 굴착 장비나 풍력 발전소의 터빈, 태양광 발전소에서 데이터를 수집하고 분석해 위험 요소를 감지하고 AI를 활용해 에너지 처리 과정을 검사하거나 유지보수 수행 시기를 예측할 수 있다.

마지막 사례는 의료 산업이다. 환자의 체온이나 혈당과 같은 중요한 데이터를 수집해 모니터링할 수 있고 수집한 데이터를 데이터 소스에 저장해 데이터 보안을 강화할 수 있다. 또한 필터를 통해 데이터 센터에 전달되는 데이터 양을 줄이고 데이터 가용성을 확보할 수 있다.

에지 컴퓨팅의 동작 방식은 업스트림 시스템일 때와 다운스트림 시스템일 때, 이렇게 두 가지 케이스로 분류할 수 있다.

업스트림 어플리케이션은 데이터 소스에서 데이터 센터로 데이터가 전송되는 것을 우선으로 하는 시스템을 의미한다. 업스트림 시스템의 데이터는 세 가지로 분류 할 수 있다. 센서가 주기적으로 측정하면서 중복되거나 관련이 없는 데이터, 오랫동안 장기 저장해야 하는 데이터, 단기적으로 영향을 미치는 유용한 데이터로 이 세 가지 데이터 중 중요한 데이터만 데이터 센터로 전송한다.

업스트림 시스템에서의 에지 컴퓨팅 전략은 세 가지가 있다. 데이터 소스에 스토리지, 컴퓨팅 자원, 에지 디바이스를 구축하고 배포해 데이터 소스에 온프레미스를 구축하는 전략, 데이터 필터를 구현해 데이터 전송 시 필터링된 데이터만 전달하게끔 IoT 디바이스를 활용하는 전략, 클라우드 서비스를 활용해 필요한 리전에 클라우드 컴퓨팅 자원을 활용해 데이터를 처리하는 전략이 있다.

다운스트림 시스템은 사진 및 동영상이나 라이브 스트리밍, 온라인 게임, VR, AR과 같이 데이터 센터의 자원을 사용자에게 전송하는 것을 우선으로 하는 시스템을 의미한다. 다운스트림 시스템에서 에지 컴퓨팅은 네트워크 지연 시간을 최소화해 사용자 경험을 극대화 시키는 역할을 한다.

다운스트림 시스템에서의 에지 컴퓨팅 예로는 사용자에게 지리적으로 근접한 위치에 CDN을 구축해 캐싱된 콘텐츠를 제공하는 것과 클라우드 서비스를 통해 사용자와 가까운 리전에 엔드포인트 및 리소스를 제공하는 클라우드 에지 컴퓨팅, 5G 기반의 모바일 에지 컴퓨팅을 활용해 지연 시간을 최소화하는 시스템을 개발, 배포하는 다중 접근 에지 컴퓨팅(Multi-access Edge Computing)이 있다.

2. 장점과 문제점

에지 컴퓨팅은 지연 시간 개선 및 성능 향상, 보안 강화, 생산성 향상, 원격지 데이터 수집, 비용 절감 등의 장점이 있다. 먼저 지연 시간 개선 및 성능 향상에 대한 부분부터 보면, 에지 컴퓨팅은 데이터를 데이터 소스에서 빠르게 처리한다는 장점 때문에 즉각적으로 데이터를 전송이 필수적인 산업에서 주로 활용된다. 예를 들어 공장에서 운영하는 로봇이 운영 환경의 시스템 장애로 인해 안전을 보장할 수 없을 경우 에지에서 데이터를 수신해 즉각적으로 로봇을 종료시킬 수 있다.

보안적인 부분을 보면 에지 컴퓨팅을 활용하지 않을 때는 센서 데이터 등을 TCP로 전달하면서 보안 프로토콜을 사용하지 않아 데이터를 전송할 때 데이터가 암호화 되지 않는 경우가 많았다. 하지만 에지 컴퓨팅을 활용하면 데이터를 전송전에 암호화해서 전달할 수 있다. 또한 데이터를 데이터 소스에 가깝게 유지할 수 있기 때문에 일반 데이터 보호 규정과 같은 데이터 주권과 관련된 법률을 준수할 수 있다.

생산성 측면에서는 데이터 처리 결과인 정보와 피드백을 즉각적으로 받을 수 있어 운영 효율성과 직원 생산성 향상을 기대 할 수 있다. 예를 들어, 데이터 소스에서 수집된 데이터를 소스에서 바로 분석해 시설이나 인프라, 장비들의 성능을 개선할 수 있고 AI 및 머신 러닝 도구를 활용하면 생산성을 향상시키는데 도움이되는 비즈니스 인텔리전스 및 인사이트를 도출해낼 수 있다.

원격지 데이터 수집 부분에서는 데이터 소스에 컴퓨팅 자원 및 스토리지를 구축해 유전이나 선박, 공업 지대에서도 데이터를 수집하고 전송할 수 있다.

마지막으로 비용 절감 효과를 보면 기존에는 모든 데이터를 데이터 센터에 전달했기 때문에 넓은 네트워크 대역폭이 필요했지만 에지 컴퓨팅은 데이터 소스에서 데이터를 필터링해 데이터 센터에 전달할 수 있기 때문에 네트워크 비용을 절감할 수 있다.

에지 컴퓨팅의 단점을 보면 크게 비용, 관리, 법률적인 부분이 있다. 에지 컴퓨팅을 중앙의 데이터 센터뿐만 아니라 데이터 소스 위치에서도 컴퓨팅 자원이나 모바일 기기, IoT 디바이스와 같은 에지 디바이스를 필요로 하기 때문에 장비 구매를 위한 비용이 추가된다. 또한 이런 장비들을 관리할 관리자를 고용하는데 발생하는 비용, 유지보수에 사용되는 시간, 장치 도입에 발생하는 비용도 발생한다. 또한 장비 외에도 데이터로 인한 비용도 발생한다. 데이터 소스에서 모든 데이터를 수집 및 처리하는 에지 컴퓨팅은 디바이스 간에 데이터가 중복될 여지가 있다. 이로 인해 스토리지나 컴퓨팅 자원에 대한 비용이 추가로 발생할 수 있는데 예를 들어 데이터 소스 위치가 100군데가 있다고 가정하면 컴퓨팅 자원과 스토리지도 100대씩 추가되어야 한다. 이때 각 위치에서 수집된 데이터가 모두 중복될 경우 최대 100배의 비용이 발생한 것이 된다. 즉, 데이터 소스 위치 개수와 비례해서 데이터 처리 및 비용이 증가한다. 만약 시스템이 다운스트림 시스템과 같이 캐싱 위주의 작업으로 구성되어 있다면 데이터 중복으로 인한 비용이 크지 않겠지만 데이터 소스에서 컴퓨팅 자원과 데이터베이스를 사용해 처리 및 저장을 수행한다고 하면 각 데이터베이스 간에 동기화 작업으로 인해 추가적인 비용이 발생할 수 있으며 이 모든 데이터는 결국 보고 및 분석을 위해 중앙의 데이터 센터로 전달되는 경우가 많기 때문에 네트워크 대역폭으로 절감으로 인한 비용 절감 효과를 누리기 힘들 수 있다.

관리적인 부분에서의 단점으로는 데이터 소스 위치가 늘어날 때마다 데이터베이스 간의 동기화로 인해 관리 복잡성이 커지는 문제가 있다. 예를 들어 모바일 사용자의 경우 여러 지역으로 이동하면서 기기를 활용하는 경우가 많은데 이때 다른 지역으로 이동할 경우 새로운 데이터 소스 환경에 연결되기 때문에 데이터베이스도 새롭게 동기화된다. 이 문제는 모바일을 사용하는 사용자가 많은 수록 동기화에 소요되는 시간이나 네트워크 자원 소모량이 급격하게 커져, 기존의 에지 컴퓨팅으로 얻은 이득보다 동기화로 인한 손해가 커지는 경우가 생길수도 있다. 또한 에지 컴퓨팅은 중요한 데이터가 담긴 장비를 현장에 배치하는 방식이므로 장치에 대한 운영 수칙, 유지보수, 데이터 유출 및 분실 방지를 위한 보안대책을 세워두어야 한다.

마지막으로 법률 부분의 단점을 보면, 상황에 따라 데이터 소스가 여러 지역에 분산되어 있을 경우 각 지역의 법률로 인해 불이익을 볼 수 있다. 예를 들어 미국의 경우 각 주마다 온라인 상품 판매에 대한 세금 부과 기준이 다르고 세법이 적용되는 기준이 컴퓨팅이 수행되는 하드웨어 자원의 물리적 위치에 따라 결정되는 경우가 많다. 때문에 데이터 소스에 에지 컴퓨팅 환경을 구성할 경우 해당 지역에 어떤 법률이 적용되는 지 충분히 검토하고 법률에 위배되지 않게 운영할 방법을 마련해야 한다.

3. 활용될 수 있는 ICT

현대에서 에지 컴퓨팅에 활용될 수 있는 대표적인 ICT로 5G와 모바일 기기를 활용한 다중 접근 에지 컴퓨팅(MEC)이 있다. MEC는 데이터 소스에 위치해 있는 네트워크 에지에서 클라우드 및 IT 서비스 환경을 제공하는 네트워크 기반의 컴퓨팅, 아키텍처로 클라우드 컴퓨팅의 발전된 형태이다. MEC는 클라우드와 엣지 컴퓨팅을 활용해 시스템을 에지 위치로 이동시켜 시스템을 사용하는 최종 사용자에게 더 가깝게 서비스 되도록 네트워크 운영 및 서비스 제공의 효율을 높이고 고객 경험을 개선시키는 것을 목표로 한다.

에지 컴퓨팅과 MEC의 차이점은, 에지 컴퓨팅은 데이터 소스에 있는 장비나 디바이스에서 데이터를 처리하고 분석하는 컴퓨팅 기술이고 MEC는 초고속, 저지연, 다중 동시 연결을 실현하는 무선 통신 표준인 5G를 기반의 이동 통신을 기반으로 한다.

MEC에 활용되는 5G의 성능을 최대로 활용하기 위해서는 전체적인 네트워크 아키텍처를 설계하는 것이 중요한데 MEC는 이런 목적을 위해 개발된 기술이다.

MEC를 도입하면 네트워크 부하를 감소시키고 짧은 지연 시간과 고수준의 보안을 달성할 수 있게 된다. 특히 데이터 소스 위치의 로컬 네트워크에서 데이터를 처리할 수 있기 때문에 자율 주행이나 로봇, 실시간 비디오 분석, VR, MR 등에 활용할 수 있다.

4. 결론

에지 컴퓨팅은 데이터 저장 및 연산을 위한 컴퓨팅 자원을 사용자에게 가깝게 제공해 네트워크 지연시간과 대역폭을 줄이고 즉각적으로 정보를 전달 받을 수 있게 하는 프로세스로 운영 환경에서 안적적인 데이터 처리, 분석, 가용성 확보가 가능하고 자동화와 현장 내 데이터 수집, 효율성 개선, 기계간 통신 지원이 가능해 자율 주행 차량이나 에너지 산업, 의료 산업등에서 활용하고 있다.

에지 컴퓨팅은 대상 시스템이 업스트림 시스템일때와 다운스트림 시스템일때 다르게 동작한다. 업스트림 시스템에서는 데이터 소스 위치에 온프레미스를 구축하는 전략, 필터링된 데이터만 중앙 데이터 센터에 전송하도록 IoT 디바이스를 활용하는 전략, 클라우드 서비스를 활용하는 전략이 있다. 다운스트림 시스템의 경우 사용자 위치에 CDN을 구축해 캐싱된 콘텐츠를 제공해주는 전략과 클라우드 서비스를 활용해 사용자와 가까운 리전에 엔드포인트 및 리소스를 제공하는 클라우드 에지 컴퓨팅 전략, 5G 모바일 기기를 활용해 시스템을 사용자 위치에 배포하는 다중 접근 에지 컴퓨팅 전략이 있다.

이런 에지 컴퓨팅은 시스템의 지연 시간을 개선하고 성능 향상, 보안 강화, 생산성 향상 원격지 데이터 수집, 비용 절감이 가능하다는 장점이 있지만 장비 증설과 데이터 동기화로 인한 비용 증가, 관리 복잡성 증가, 지역별 법률 적용 이슈 등이 존재하기 때문에 적용전에 충분한 검토가 필요하다.

<참고문헌>

* [AWS] What is Edge Computing?
* [손진곤, 길준민, 박지수 공저] 정보통신망
* [Red Hat] 엣지 컴퓨팅(Edge computing)이란?