



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0102292
(43) 공개일자 2014년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 29/08 (2006.01) **G06F 17/30** (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7019214
(22) 출원일자(국제) 2013년01월09일
심사청구일자 2014년07월10일
(85) 번역문제출일자 2014년07월10일
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/020783
(87) 국제공개번호 WO 2013/106400
국제공개일자 2013년07월18일
(30) 우선권주장
13/348,243 2012년01월11일 미국(US)

(71) 출원인
알카펠 투손트
프랑스 92100 불론뉴-비영꾸르 루뜨 드 라 렌느
148/152
(72) 발명자
푸타스와미 나가 크리슈나
미국 뉴저지주 08840 메투챈 아파트먼트 202 더햄
애비뉴 160
난다고팔 티야가
미국 뉴저지주 08820 에디슨 헤리티지 드라이브
10
마 애디
미국 위스콘신주 53705 메디슨 아파트먼트 70
글 하이츠 602
(74) 대리인
제일특허법인

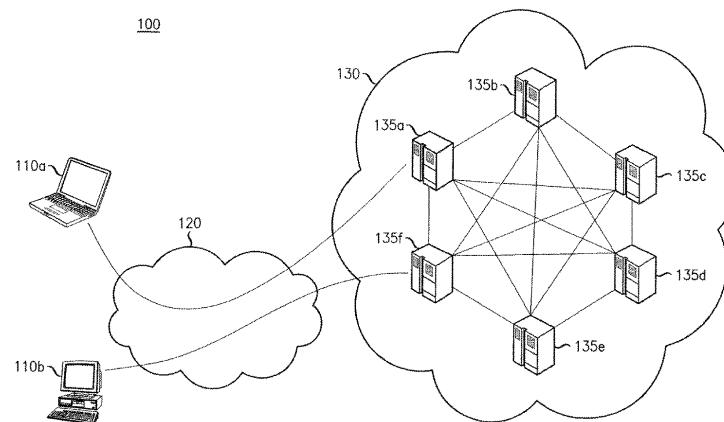
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 **탄력적인 클라우드 파일 시스템에서의 대기 시간 및 비용 절감**

(57) 요약

다양한 예시적인 실시예는 복수의 데이터 센터(135a-f)를 포함하는 클라우드 시스템(130)에 파일 블록을 저장하는 방법에 관한 것이다. 방법은 클라이언트(110a-b)로부터 파일 블록을 수신하는 단계와, 파일 블록으로부터 복수의 청크를 생성하는 단계와 - 각 청크는 파일 블록보다 작고, 파일 블록은 청크의 서브세트로부터 재구성될 수 있음 -, 각 청크를 복수의 데이터 센터(135a-f) 중 하나로 분산시키는 단계와, 캐시에 파일 블록을 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예는 파일을 저장하기 위한 클라우드 시스템에 관한 것이다. 시스템은 주 데이터 센터를 포함하는 복수의 데이터 센터를 포함할 수 있다. 주 데이터 센터는 적어도 하나의 완전한 파일 블록을 저장하도록 구성된 캐시(260)와, 복수의 파일 블록의 각각에 대한 청크를 저장하도록 구성된 청크 저장소(240)와, 파일 인코더(230) 및 파일 디코더(250)를 포함할 수 있다.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

복수의 데이터 센터(135a-e)를 포함하는 클라우드 시스템(130)에 파일을 저장하는 방법으로서,

상기 방법은

제 1 데이터 센터에서 클라이언트로부터 파일 블록을 수신하는 단계(420)와,

상기 파일 블록으로부터 복수의 청크를 생성하는 단계(440) - 각 청크는 상기 파일보다 작고, 상기 파일 블록은 상기 청크의 서브세트로부터 재구성될 수 있음 - 와,

상기 복수의 청크를 상기 복수의 데이터 센터 중 적어도 두 개의 데이터 센터로 분산시키는 단계(450) - 상기 복수의 청크 중 적어도 제 1 청크 및 제 2 청크는 상기 복수의 데이터 센터 중 서로 다른 데이터 센터로 분산됨 - 와,

상기 제 1 데이터 센터에서의 캐시에 상기 파일 블록을 저장하는 단계(430)를 포함하는

방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 파일 블록을 판독하라는 요청을 클라이언트로부터 수신하는 단계(520)와,

상기 파일 블록이 상기 캐시에 저장되어 있는지를 판단하는 단계(530)와,

상기 파일 블록이 상기 캐시에 저장되어 있는 경우, 상기 캐시에 저장된 상기 파일 블록을 상기 클라이언트로 전송하는 단계(580)를 더 포함하는

방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 파일 블록이 상기 캐시에 저장되어 있지 않은 경우,

상기 복수의 데이터 센터에게 청크를 요청하는 단계(540)와,

상기 복수의 데이터 센터로부터 상기 복수의 청크의 적어도 서브세트를 수신하는 단계(550)와,

상기 청크의 서브세트로부터 상기 파일 블록을 재구성하는 단계(560)와,

상기 파일 블록을 상기 제 1 데이터 센터에서의 캐시에 저장하는 단계(570)와,

상기 재구성된 파일 블록을 상기 클라이언트로 전송하는 단계(580)를 더 포함하는

방법.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파일로부터 복수의 청크를 생성하는 단계는 상기 복수의 청크를 생성하기 위해 소거 코드(an erasure code)를 사용하는 단계를 포함하는

방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 소거 코드는 리드 솔로몬 코드(Reed-Solomon), MDS 코드 및 LDPC 코드 중 적어도 하나인 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파일 블록에 기록하라는 요청을 수신하는 단계(610)와,

상기 캐시 내의 상기 파일 블록에 기록하는 단계(640)와,

상기 파일을 닫는 단계(645)와,

상기 파일 블록으로부터 제 2 복수의 청크를 생성하는 단계(650)와,

상기 제 2 복수의 청크의 각 청크를 상기 복수의 데이터 센터 중 서로 다른 데이터 센터로 분산시키는 단계(655)를 더 포함하는

방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 복수의 청크는 수정된 청크만을 포함하는

방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

현재 캐시 크기에 대한 실제 저장 및 전송 비용을 이전의 캐시 크기에 대한 가상 저장 및 전송 비용과 비교하는 단계(720)와,

더욱 낮은 저장 및 전송 비용에 기초하여 상기 캐시 크기를 조정하는 단계(735, 740, 745)를 더 포함하는

방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복수의 청크는 체계적인 소거 코드(systematic erasure code)에 따라 생성되며, 상기 파일 블록은 인코딩 되지 않은 청크의 서브세트 및 코딩된 청크의 서브세트로 분할되는

방법.

청구항 10

파일을 저장하기 위한 클라우드 시스템으로서,

상기 시스템은

주 데이터 센터(a primary data center)를 포함하는 복수의 데이터 센터(135a-e)를 포함하되,

상기 주 데이터 센터는

적어도 하나의 완전한 파일 블록을 저장하도록 구성된 캐시(260)와,

복수의 파일 블록의 각각에 대한 청크를 저장하도록 구성된 청크 저장소(240)와,

상기 파일 블록으로부터 복수의 청크를 생성하도록 구성된 파일 인코더(230) - 각 청크는 상기 파일보다 작고, 상기 파일 블록은 상기 청크의 서브세트로부터 재구성될 수 있음 - 와,

상기 청크의 서브세트로부터 완전한 파일 블록을 재구성하도록 구성된 파일 디코더(250)를 포함하는

클라우드 시스템.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 캐시(260)는 하드 디스크인

클라우드 시스템.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 주 데이터 센터는 클라이언트로부터 완전한 파일 블록을 수신하고 완전한 파일 블록을 클라이언트로 전송하도록 구성된 클라이언트 인터페이스(210)를 더 포함하는

클라우드 시스템.

청구항 13

제 10 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주 데이터 센터는 복수의 청크 중 하나의 청크를 상기 복수의 데이터 센터의 각각으로 분산하도록 구성되고 상기 복수의 데이터 센터로부터 청크의 서브세트를 수신하도록 구성된 클라우드 인터페이스(220)를 더 포함하는

클라우드 시스템.

청구항 14

제 10 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 파일 인코더는 상기 복수의 청크를 생성하기 위해 소거 코딩을 사용하도록 구성되는

클라우드 시스템.

청구항 15

서브세트 내의 청크(320)의 수가 파일 인코더에 의해 생성된 복수의 청크(310)의 수보다 적어도 두 개 적은 제 1 항의 방법 또는 제 10 항의 클라우드 시스템.

명세서

기술분야

[0001] 본 명세서에 개시된 다양한 예시적인 실시예는 일반적으로 컴퓨터 파일 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 클라우드 컴퓨팅은 공유 자원을 활용한 네트워크를 통한 컴퓨팅 서비스의 전달로 정의될 수 있다. 클라우드 컴퓨팅은 종종 데이터 파일에 다양한 사용자가 액세스하기 쉽도록 데이터 파일의 저장을 필요로 한다. 파일 저장은 클라우드 컴퓨팅 서비스로 볼 수 있다. 다양한 최종 사용자는 파일이 저장되는 방법을 정확하게 모르고서 클라우드 서비스 제공자에 의해 저장된 파일에 액세스할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 클라우드 컴퓨팅 환경에서의 파일 저장은 클라우드 서비스 제공자 및 사용자에게 다양한 문제를 제기한다. 파일이 네트워크에 걸쳐 위치되고 네트워크를 거쳐 최종 사용자에게 전송되어야 하기 때문에 클라우드 서비스는 때때로 대기 시간 문제로 곤란을 겪는다. 사용자는 낮은 대기 시간으로 요청된 파일을 제공하는 클라우드 서비스를 원할 수 있다. 클라우드 서비스는 또한 네트워크의 데이터 센터 또는 데이터 센터의 일부가 이용가능하지 않은 경우에 이용 불능(unavailability)으로 곤란을 겪을 수 있다. 사용자는 클라우드 구성 요소가 이용가능하지 않을 때 탄력성(resiliency)을 제공하는 클라우드 서비스를 원할 수 있다. 낮은 대기 시간 및 높은 탄력성은 종종 클라우드 서비스 제공자 및/또는 사용자에게 추가적인 비용을 요구한다.

[0004] 전술한 것을 고려하여, 클라우드 컴퓨팅을 위한 파일 시스템을 제공하는 것이 바람직하다. 특히, 저비용으로 낮은 대기 시간 및 높은 탄력성을 가진 파일을 저장하기 위한 방법 및 시스템을 제공하는 것이 바람직하다.

과제의 해결 수단

[0005] 클라우드 컴퓨팅을 위한 파일 시스템에 대한 현재의 필요성에 비추어, 다양한 예시적인 실시예의 간략한 요약이 제시된다. 다양한 예시적인 실시예의 일부 양태를 강조하고 소개하도록 의도되지만 본 발명의 범위를 제한하도록 의도되지 않는 다음의 요약에서 일부 단순화 및 생략이 행해질 수 있다. 당업자가 발명 개념을 제작하고 사용하도록 하는 데 적합한 바람직한 예시적인 실시예의 상세한 설명이 다음의 섹션에서 제시될 것이다.

[0006] 다양한 예시적인 실시예는 복수의 데이터 센터를 포함하는 클라우드 시스템에 파일을 저장하는 방법에 관한 것이다. 방법은 제 1 데이터 센터에서 클라이언트로부터의 파일 블록을 수신하는 단계와, 파일 블록으로부터 복수의 청크(chunk)를 생성하는 단계 - 각 청크는 파일보다 작고, 파일 블록은 청크의 서브세트로부터 재구성될 수 있음 - 와, 각 청크를 복수의 데이터 센터 중 다른 하나로 분산시키는 단계와, 제 1 데이터 센터에서의 캐시에 파일을 저장하는 단계를 포함할 수 있다.

[0007] 다양한 대안적인 실시예에서, 방법은 파일 블록을 판독하는 요청을 클라이언트로부터 수신하는 단계와, 파일 블록이 캐시에 저장되어 있는지를 판단하는 단계와, 파일 블록이 캐시에 저장되어 있을 경우, 캐시에 저장된 파일 블록을 클라이언트로 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다. 방법은 또한 파일 블록이 캐시에 저장되어 있지 않은 경우, 복수의 데이터 센터로 청크를 요청하는 단계와, 복수의 데이터 센터로부터 복수의 청크의 적어도 서브세트를 수신하는 단계와, 청크의 서브세트로부터 파일 블록을 재구성하는 단계와, 파일 블록을 제 1 데이터 센터에서의 캐시에 저장하는 단계와, 재구성된 파일 블록을 클라이언트로 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 다양한 대안적인 실시예에서, 파일 블록으로부터 복수의 청크를 생성하는 단계는 복수의 청크를 생성하기 위해

소거 코드를 사용하는 단계를 포함한다.

[0009] 다양한 대안적인 실시예에서, 방법은 파일 블록에 기록하기 위해 요청을 수신하는 단계와, 캐시 내의 파일 블록에 기록하는 단계와, 파일을 닫는 단계와, 파일 블록으로부터 제 2 복수의 청크를 생성하는 단계와, 제 2 복수의 청크의 각 청크를 복수의 데이터 센터 중 다른 하나로 분산시키는 단계를 더 포함한다. 제 2 복수의 청크는 수정된 청크만을 포함할 수 있다.

[0010] 다양한 대안적인 실시예에서, 방법은 현재 캐시 크기에 대한 실제 저장 및 전송 비용을 이전의 캐시 크기에 대한 가상(hypothetical) 저장 및 전송 비용과 비교하는 단계와, 더욱 낮은 저장 및 전송 비용에 기초하여 캐시 크기를 조정하는 단계를 더 포함한다.

[0011] 다양한 대안적인 실시예에서, 방법은 캐시가 가득 차 있음을 판단하는 단계와, 캐시로부터 파일 블록을 제거하는 단계를 더 포함한다.

[0012] 다양한 대안적인 실시예에서, 복수의 청크는 체계적인 소거 코드에 따라 생성되고, 파일 블록은 인코딩되지 않은 청크의 서브세트 및 코딩된 청크의 서브세트로 분할된다.

[0013] 다양한 대안적인 실시예에서, 청크의 수는 청크의 서브세트 내의 수보다 적어도 3개 이상이다.

[0014] 다양한 예시적인 실시예는 유형적인 비일시적인(tangible non-transitory) 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 명령어로서 인코딩된 상술한 방법에 관한 것이다.

[0015] 다양한 예시적인 실시예는 파일을 저장하기 위한 클라우드 시스템에 관한 것이다. 시스템은 주 데이터 센터를 포함하는 복수의 데이터 센터를 포함할 수 있다. 주 데이터 센터는 적어도 하나의 완전한 파일 블록을 저장하도록 구성된 캐시와, 복수의 파일 블록의 각각에 대한 청크를 저장하도록 구성된 청크 저장소와, 파일로부터 복수의 청크를 생성하도록 구성된 파일 인코더 - 각 청크는 파일보다 작고, 파일 블록은 청크의 서브세트로부터 재구성될 수 있음 - 와, 청크의 서브세트로부터 완전한 파일 블록을 재구성하도록 구성된 파일 디코더를 포함할 수 있다.

[0016] 다양한 다른 실시예에서, 캐시는 하드 디스크이다.

[0017] 다양한 대안적인 실시예에서, 주 데이터 센터는 클라이언트로부터 완전한 파일을 수신하고 완전한 파일을 클라이언트로 전송하도록 구성된 클라이언트 인터페이스를 더 포함한다.

[0018] 다양한 대안적인 실시예에서, 주 데이터 센터는 복수의 청크 중 하나의 청크를 복수의 데이터 센터의 각각으로 분산시키도록 구성되고 복수의 데이터 센터로부터 청크의 서브세트를 수신하도록 구성된 클라우드 인터페이스를 더 포함한다.

[0019] 다양한 대안적인 실시예에서, 파일 인코더는 복수의 청크를 생성하기 위해 소거 코딩을 사용하도록 구성된다.

[0020] 다양한 대안적인 실시예에서, 서브세트 내의 청크의 수는 파일 인코더에 의해 생성된 복수의 청크의 수보다 적어도 두 개 더 적다.

발명의 효과

[0021] 이러한 방식으로, 다양한 예시적인 실시예는 클라우드 컴퓨팅을 위한 방법 및 파일 시스템을 가능하게 하는 것이 자명하다. 특히, 파일 청크를 분산시키고 데이터 센터에 파일 캐시를 제공함으로써, 높은 탄력성 및 낮은 대기 시간의 목표가 저비용으로 충족될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 다양한 예시적인 실시예를 더 잘 이해하기 위해, 첨부된 도면이 참조된다.

도 1은 파일을 클라우드 서비스로서 저장하기 위한 예시적인 클라우드 환경을 도시한다.

도 2는 클라우드 서비스를 위해 파일 저장을 제공하기 위한 예시적인 데이터 센터를 도시한다.

도 3은 파일 블록을 저장하기 위한 예시적인 데이터 구조를 도시한다.

도 4는 파일 블록을 클라우드 서비스에 저장하는 예시적인 방법을 보여주는 흐름도를 도시한다.

도 5는 클라우드 서비스에 저장된 파일 블록을 판독하기 위한 예시적인 방법을 보여주는 흐름도를 도시한다.

도 6은 클라우드 서비스에 저장된 파일 블록에 기록하기 위한 예시적인 방법을 보여주는 흐름도를 도시한다.

도 7은 캐시의 크기를 조정하는 예시적인 방법을 보여주는 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023]

이제 동일한 참조 부호가 동일한 구성 요소 또는 단계를 나타내는 도면을 참조하여, 다양한 예시적인 실시예의 다양한 형태가 개시된다.

[0024]

도 1은 파일을 클라우드 서비스로서 저장하기 위한 예시적인 클라우드 환경(100)을 도시한다. 파일은 하나 이상의 파일 블록으로서 저장될 수 있다. 따라서, 파일 블록은 파일의 일부 또는 완전한 파일일 수 있다. 예시적인 클라우드 환경(100)은 사용자 장치(110), 네트워크(120) 및 클라우드 서비스(130)를 포함할 수 있다. 클라우드 서비스(130)는 복수의 데이터 센터(135)를 포함할 수 있다. 사용자 장치(110)는 네트워크(120)를 통해 클라우드 서비스(130)의 하나 이상의 데이터 센터(135)와 통신할 수 있다. 클라우드 서비스(130)는 데이터 저장 또는 다른 클라우드 서비스를 사용자 장치(110)에 제공할 수 있다.

[0025]

사용자 장치(110)는 네트워크(120)를 통해 클라우드 서비스(130)와 통신할 수 있는 임의의 장치를 포함할 수 있다. 예를 들면, 사용자 장치(110)는 개인용 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 이동 전화, 스마트 폰, 서버, 개인 휴대 정보 단말기 또는 임의의 다른 전자 장치일 수 있다. 다수의 사용자 장치(110a 및 110b)는 클라우드 서비스(130)에 액세스할 수 있다. 두 사용자 장치(110)만이 도시되어 있지만, 다수의 사용자 장치(110)가 클라우드 서비스(130)에 액세스할 수 있다는 것이 자명하다.

[0026]

네트워크(120)는 사용자 장치(110)와 데이터 센터(135) 사이의 디지털 통신을 처리할 수 있는 임의의 통신 네트워크를 포함할 수 있다. 네트워크(120)는 인터넷일 수 있다. 네트워크(120)는 사용자 장치(110)와 데이터 센터(135) 사이에 다양한 통신 경로를 제공할 수 있다.

[0027]

클라우드 서비스(130)는 컴퓨팅 서비스를 사용자 장치(110)에 제공하는 하나 이상의 컴퓨팅 장치를 포함할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 컴퓨팅 장치는 데이터 파일을 저장하는 데이터 센터(135)일 수 있다. 데이터 센터(135)는 탄력성을 확실히 갖도록 지리적으로 분산될 수 있다. 예를 들어, 데이터 센터(135a)와 같은 데이터 센터가 정전 또는 네트워크 실패로 인해 이용할 수 없는 경우, 다른 데이터 센터(135b-f)가 이용 가능할 수 있다. 데이터 센터(135)는 서로 통신할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 데이터 센터(135)는 전용선을 통해 서로 통신할 수 있다. 대안적으로, 데이터 센터(135)는 네트워크(120)를 통해 서로 통신할 수 있다.

[0028]

데이터 센터(135)는 탄력성을 제공하기 위해 분산된 아키텍처에 데이터 파일을 저장할 수 있다. 데이터 파일은 사용자 장치(110)에 의해 요청되고 액세스될 수 있는 하나 이상의 파일 블록으로 분할될 수 있다. 예를 들면, 파일 블록은 데이터 파일 내의 바이트의 범위에 의해 정의될 수 있다. 파일 블록은 복수의 청크로 분할될 수 있고, 복수의 데이터 센터(135)의 각각에 저장될 수 있다. 청크의 서브세트만이 파일 블록을 재구성하는 데 필요할 수 있다. 따라서, 클라우드 서비스(130)는 데이터 센터(135) 중 하나 이상이 이용할 수 없는 경우에도 파일 블록에 대한 액세스를 제공할 수 있다.

[0029]

데이터 센터(135) 중 하나는 데이터 파일을 위한 주 데이터 센터로 지정될 수 있다. 주 데이터 센터는 초기에 데이터 파일을 저장하는 사용자 장치(110)에 지리적으로 가장 근접한 데이터 센터(135)로 선택될 수 있다. 예를 들면, 데이터 센터(135a)는 사용자 장치(110a)에 대한 주 데이터 센터일 수 있지만, 데이터 센터(135f)는 사용자 장치(110b)에 대한 주 데이터 센터일 수 있다. 주 데이터 센터는 파일 블록을 임시로 저장하는 캐시를 포함할 수 있다. 캐시된 파일 블록은 더욱 빠른 액세스를 제공하고 대기 시간을 줄일 수 있다. 캐시된 파일 블록은 또한 데이터 센터(135) 사이로 전송되어야 하는 데이터량을 줄일 수 있다. 사용자 장치(110) 또는 데이터 파일을 위한 주 데이터 센터가 이용할 수 없는 경우, 사용자 장치(110)는 임의의 다른 데이터 센터(135)로부터 파일 블록을 검색할 수 있다.

[0030]

도 2는 클라우드 서비스를 위해 파일 저장을 제공하기 위한 예시적인 데이터 센터를 도시한다. 예시적인 데이터 센터(135)는 클라우드 서비스(130)의 부분일 수 있다. 데이터 센터(135)는 일부 데이터 파일을 위한 주 데이터 센터 및 다른 파일을 위한 보조 데이터 센터의 역할을 할 수 있다. 예시적인 데이터 센터(135)는 클라이언트 인터페이스(210), 클라우드 인터페이스(220), 파일 인코더(230), 청크 저장소(240), 파일 디코더(250), 파일

일 캐시(260) 및 캐시 어댑터(270)를 포함할 수 있다.

[0031] 클라이언트 인터페이스(210)는 사용자 장치(110)와 통신하도록 구성되는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 인코딩된 하드웨어 및/또는 실행 가능한 명령어를 포함하는 인터페이스일 수 있다. 클라이언트 인터페이스(210)는 사용자 장치(110)로부터 파일 블록을 수신하고, 파일 블록을 저장하는 프로세스를 개시할 수 있다. 클라이언트 인터페이스(210)는 사용자 장치(110)로부터 파일 블록에 대한 요청을 수신하고, 파일 블록을 판독하는 프로세스를 개시할 수 있다. 클라이언트 인터페이스(210)는 완전한 파일 블록 또는 완전한 데이터 파일을 사용자 장치(110)로 전송할 수 있다.

[0032] 클라우드 인터페이스(220)는 다른 데이터 센터(135)와 통신하도록 구성되는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 인코딩된 하드웨어 및/또는 실행 가능한 명령어를 포함하는 인터페이스일 수 있다. 클라우드 인터페이스(220)는 파일 블록의 인코딩된 청크를 하나 이상의 다른 데이터 센터(135)로 분산시킬 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 클라우드 인터페이스(220)는 하나의 청크를 복수의 데이터 센터(135)의 각각으로 분산시킨다. 클라우드 인터페이스(220)는 하나 이상의 다른 데이터 센터(135)로부터 파일 블록의 인코딩된 청크를 수신할 수 있다. 클라우드 인터페이스(220)는 청크를 판독하거나 저장하기 위해 청크 저장소(240)에 액세스할 수 있다.

[0033] 파일 인코더(230)는 파일 블록을 복수의 청크로 인코딩하도록 구성되는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 인코딩된 하드웨어 및/또는 실행 가능한 명령어를 포함할 수 있다. 도 3-7에 대해 아래에서 더 상세히 논의되는 바와 같이, 복수의 청크는 파일 블록을 저장하기 위해 탄력적인 분산 포맷을 제공할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 파일 인코더(230)는 복수의 청크를 생성하기 위한 소거 코드를 구현할 수 있다. 복수의 청크를 생성하기에 적절한 예시적인 소거 코드는 리드 솔로몬(Reed-Solomon) 코드, 최대 거리 분리 가능한(maximum distance separate(MDS)) 코드 및 저밀도 패리티 체크(low density parity check(LDPC)) 코드를 포함할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 파일 인코더(230)는 원래의 파일 블록이 파일 복구를 위해 사용되는 코딩된 청크의 별도의 세트와 함께 복수의 인코딩되지 않은 청크로 분할되는 체계적 소거 코드를 사용할 수 있다. 다양한 대안적인 실시예에서, 다른 코딩 방식은 청크를 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0034] 청크 저장소(240)는 파일 인코더(230)와 같은 파일 인코더에 의해 생성된 청크를 저장할 수 있는 임의의 머신 판독 가능한 매체를 포함할 수 있다. 따라서, 청크 저장소(240)는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 장치와 같은 머신 판독 가능한 저장 매체 및/또는 유사한 저장 매체를 포함할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 청크 저장소(240)는 전력 또는 장치 고장의 경우에 저장된 청크를 유지하는 영구적 저장소를 제공할 수 있다. 청크 저장소(240)는 기록 동작 동안 고장의 경우에 무결성을 유지하기 위해 저널링 시스템을 사용할 수 있다. 청크 저장소(240)는 파일 인코더(230)에 의해 생성된 청크 및/또는 클라우드 인터페이스(220)를 통해 수신된 청크를 저장할 수 있다.

[0035] 파일 디코더(250)는 파일을 저장하는 데 사용되는 복수의 청크의 서브세트를 디코딩하도록 구성되는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 인코딩된 하드웨어 및/또는 실행 가능한 명령어를 포함할 수 있다. 파일 디코더(250)는 청크 저장소(240) 및/또는 클라우드 인터페이스(220)로부터 청크의 서브세트를 수신할 수 있다. 파일 디코더(250)는 청크의 서브세트로부터 파일 블록을 재생할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 파일 디코더(250)는 파일 인코더(230)의 역 동작을 구현할 수 있다. 파일 디코더(250)는 파일 인코더(230)와 동일한 소거 코드를 사용할 수 있다. 도 3-7에 대하여 아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이, 파일 블록을 재생하는 데 필요한 청크의 서브세트는 파일 인코더(230)에 의해 생성된 복수의 청크보다 작을 수 있다.

[0036] 파일 캐시(260)는 완전한 파일 블록을 저장할 수 있는 임의의 머신 판독 가능한 매체를 포함할 수 있다. 따라서, 파일 캐시(260)는 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 장치와 같은 머신 판독 가능한 저장 매체 및/또는 유사한 저장 매체를 포함할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 파일 캐시(260)는 전력 또는 장치 고장의 경우에는 파일 블록을 유지하는 영구적인 저장소를 제공할 수 있다. 예를 들면, 파일 캐시(260)는 하드 디스크일 수 있다. 파일 캐시(260)에 대해 하드 디스크를 사용하는 것은 허용 가능한 대기 시간을 제공하면서 비용을 최소화할 수 있다. 파일 캐시(260)는 기록 동작 동안 고장의 경우에 무결성을 유지하기 위해 저널링 시스템(a journaling system)을 사용할 수 있다. 파일 캐시(260)는 클라이언트 인터페이스(210)를 통해 수신된 파일 블록 및/또는 파일 디코더(250)에 의해 재생된 파일 블록을 저장할 수 있다.

[0037] 파일 캐시(260)는 물리적 용량 및/또는 캐시 어댑터(270)에 의해 결정되는 제한된 크기를 가질 수 있다. 파일 캐시(260)는 어떤 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장할지를 판단하는 캐시 관리자를 포함할 수 있다. 캐시 관리자는 최소 최근 사용(LRU) 캐시 교체 방식을 이용할 수 있다. 따라서, 파일 캐시(260)는 클라이언트 장치

에 의해 최근에 액세스된 파일 블록을 포함할 수 있다.

[0038] 캐시 어댑터(270)는 파일 캐시(260)의 크기를 조정하도록 구성되는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에서 인코딩된 하드웨어 및/또는 실행 가능한 명령어를 포함할 수 있다. 캐시 어댑터(270)는 파일 액세스 요청의 수 및 빈도를 포함하는 클라우드 서비스(130)의 사용량(usage)을 측정할 수 있다. 캐시 어댑터(270)는 파일 캐시(260)의 크기를 조정함으로써 클라우드 서비스(130)의 비용을 최소화하기 위해 시도할 수 있다. 캐시 어댑터(270)는 클라우드 서비스(130)의 저장 비용, 처리 비용 및 전송 비용을 고려할 수 있다. 캐시가 커질수록 저장 비용을 증가시킬 수 있지만, 전송 및 처리 비용을 줄일 수 있다. 캐시가 작을수록 전송 및 처리 비용을 증가시킬 수 있지만, 저장 비용을 줄일 수 있다. 파일 캐시(260)의 크기를 조정하는 예시적인 방법은 도 7에 대하여 아래에 설명된다.

[0039] 도 3은 파일 블록을 저장하기 위한 예시적인 데이터 구조(300)를 도시한다. 데이터 구조(300)는 파일 캐시(260)와 같은 캐시에 저장될 수 있는 파일 블록(310), 및 데이터 센터(135a-f)의 청크 저장소(240)에 저장될 수 있는 청크(320a-f)를 포함할 수 있다. 데이터 구조(300)는 소거 코드가 클라우드 환경에서 파일 블록의 탄력적 분산된 저장을 제공하는 데 사용될 수 있는 방법을 예시한다. 도시된 예시적인 데이터 구조(300)는 데이터 센터 중 둘 이상이 사용할 수 없는 경우에도 파일 블록을 저장하고 복구하는 데 사용될 수 있다. 데이터 구조(300)는 소거 코드를 단순화한 것일 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 알려진 소거 코드는 더 효율적인 저장, 더 탄력성 및/또는 더 적은 대기 시간을 제공하는데 사용될 수 있다.

[0040] 파일 블록(310)은 복수의 세그먼트: A, B, C, D 및 E로 분할될 수 있다. 청크(320a-f)는 세그먼트 중 2개를 각각 포함할 수 있다. 예를 들면, 청크(320a-f)는 세그먼트 조합{A, B}, {C, D}, {E, A}, {B, C}, {D, E} 및 {B, D}을 각각 포함할 수 있다. 청크(320a-f)의 각각은 별도의 데이터 센터(135a-f)에 저장될 수 있다. 파일 블록(310)은 청크(320a-f) 중 어떤 4개로부터 재생될 수 있다. 따라서, 파일 블록(310)은 청크 중 2개가 사용할 수 없는 경우에도 재생될 수 있다. 어떤 경우에, 파일 블록(310)은 3개의 청크만으로부터 재생될 수 있다. 청크(320a-f)는 저장하기 위해 총 12개의 세그먼트를 필요로 할 수 있다. 비교해 보면, 파일 블록(310)은 2개의 데이터 센터에서 고장에 대한 탄력성을 제공하는 3개의 데이터 센터(135)에 저장될 수 있지만, 파일 블록(310)의 3개의 복사본은 저장할 15개의 세그먼트를 필요로 한다.

[0041] 도 4는 파일 블록을 저장하는 예시적인 방법(400)을 보여주는 흐름도를 도시한다. 방법(400)은 데이터 센터(135)의 다양한 구성 요소에 의해 수행될 수 있다. 방법(400)은 단계(410)에서 시작하고, 단계(420)로 진행할 수 있다.

[0042] 단계(420)에서, 데이터 센터(135)는 클라이언트 장치(110)로부터 파일 블록을 저장하라는 요청을 수신할 수 있다. 데이터 센터(135)는 클라이언트 장치에 대한 주 데이터 센터인지를 판단할 수 있다. 데이터 센터(135)가 주 데이터 센터가 아닌 경우, 데이터 센터(135)는 요청을 주 데이터 센터로 전송할 수 있다. 대안적으로, 데이터 센터(135)는 요청을 2차 데이터 센터로 처리할 수 있다. 주 데이터 센터가 사용할 수 없는 경우에 데이터 센터(135)는 또한 요청을 처리할 수 있다. 그 후, 방법은 단계(430)로 진행할 수 있다.

[0043] 단계(430)에서, 데이터 센터(135)는 수신된 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장할 수 있다. 파일 캐시(260)가 가득 찬 경우, 데이터 센터(135)는 캐시에 저장된 파일 블록을 수신된 파일 블록으로 대체할 수 있다. 단계(430)는 선택적일 수 있다. 다양한 대안적인 실시예에서, 데이터 센터(135)는 수신된 파일 블록을 파일 캐시(260)에 즉시 저장하지 않을 수 있다. 데이터 센터(135)가 2차 데이터 센터인 경우, 데이터 센터(135)는 단계(430)를 스킁할 수 있다. 그 후, 방법은 단계(440)로 진행할 수 있다.

[0044] 단계(440)에서, 데이터 센터(135)는 수신된 파일 블록으로부터 청크를 생성할 수 있다. 데이터 센터(135)는 청크를 생성하기 위해 소거 코드(an erasure code)를 사용할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 데이터 센터(135)는 데이터 센터(135)를 포함하는 각 이용 가능한 데이터 센터에 대한 하나의 청크를 생성할 수 있다. 다양한 대안적인 실시예에서, 다수의 청크가 생성될 수 있다. 단계(450)에서, 데이터 센터(135)는 저장을 위해 청크를 다른 데이터 센터로 분산시킬 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 하나의 청크는 주 데이터 센터(135)를 포함하는 각각의 데이터 센터로 분산될 수 있다. 다양한 대안적인 실시예에서, 복수의 청크는 데이터 센터로 분산될 수 있고, 중복 청크(duplicate chunks)는 다수의 데이터 센터로 분산될 수 있다. 복수의 청크 중 적어도 제 1 청크 및 제 2 청크는 복수의 데이터 센터 중 다른 하나로 분산될 수 있다. 청크가 분산되었으면, 파일 블록은 탄력적으로 클라우드 서비스(130)에 저장될 수 있고, 방법은 단계(460)로 진행할 수 있다. 단계(460)에서, 방법(400)은 종료할 수 있다.

- [0045] 도 5는 클라우드 서비스에 저장된 파일 블록을 관리하기 위한 예시적인 방법(500)을 보여주는 흐름도를 도시한다. 방법(500)은 데이터 센터(135)의 다양한 구성 요소에 의해 수행될 수 있다. 방법(500)은 단계(510)에서 시작하고, 단계(520)로 진행할 수 있다.
- [0046] 단계(520)에서, 데이터 센터(135)는 파일 블록을 관리하라는 요청을 수신할 수 있다. 데이터 센터(135)는 클라이언트 장치에 대한 주 데이터 센터인지를 판단할 수 있다. 데이터 센터(135)가 주 데이터 센터가 아닌 경우, 데이터 센터(135)는 요청을 주 데이터 센터로 전송할 수 있다. 대안적으로, 데이터 센터(135)는 요청을 2차 데이터 센터로 처리할 수 있다. 주 데이터 센터가 사용할 수 없는 경우에 데이터 센터(135)는 또한 요청을 처리할 수 있다. 그 후, 방법은 단계(530)로 진행할 수 있다.
- [0047] 단계(530)에서, 데이터 센터(135)는 요청된 파일 블록이 파일 캐시(260)에 저장되는지를 판단할 수 있다. 데이터 센터(135)는 파일 블록에 대응하는 요청된 범위의 바이트가 파일 캐시(260)에 저장되는지를 판단할 수 있다. 데이터 센터(135)가 주 데이터 센터가 아닌 경우, 요청된 파일 블록은 파일 캐시(260)에 저장될 수 없다. 데이터 센터(135)가 주 데이터 센터인 경우에도, 요청된 파일 블록은 최근에 액세스되지 않았고 대체되었기 때문에 파일 캐시(260)에 저장되지 않을 수 있다. 요청된 파일 블록이 파일 캐시(260)에 저장되면, 방법은 단계(580)로 바로 진행할 수 있다. 요청된 파일 블록이 파일 캐시(260)에 저장되지 않으면, 방법은 단계(540)로 진행할 수 있다.
- [0048] 단계(540)에서, 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터로 청크를 요청할 수 있다. 단계(550)에서, 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터 중 하나 이상으로부터 요청된 청크를 수신할 수 있다. 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터 중 하나 이상으로부터 요청된 청크를 수신할 수 없다. 예를 들면, 다른 데이터 센터는 사용할 수 없거나, 요청된 청크를 검색하는 데 실패했을 수 있다. 어느 경우, 데이터 센터(135)가 청크의 서브셋트를 수신할 때 방법(500)은 단계(560)로 진행할 수 있다.
- [0049] 단계(560)에서, 데이터 센터(135)는 청크의 수신된 서브셋트로부터 요청된 파일 블록을 재생할 수 있다. 데이터 센터(135)는 청크를 생성하는 데 사용되는 소거 코드에 따라 파일 블록을 재생할 수 있다. 체계적인 소거 코드를 사용하는 다양한 예시적인 실시예에서, 파일 블록은 코딩된 청크를 디코딩하지 않고 인코딩되지 않은 청크로부터 재생될 수 있다. 청크를 수신하고 청크에 기초하여 파일 블록을 재생하는 것은 데이터 센터(135)의 처리 전력을 소비할 수 있다. 요청된 파일 블록을 재생하는 데 소요된 시간은 또한 클라이언트 장치(110)의 요청을 이행하는 데에 대기 시간을 추가시킬 수 있다. 완전한 파일 블록이 재구성되었으면, 방법(500)은 단계(570)로 진행할 수 있다.
- [0050] 단계(570)에서, 데이터 센터(135)는 완전한 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장할 수 있다. 파일 캐시(260)가 가득 찬 경우, 데이터 센터(135)는 파일 캐시(260) 내의 하나 이상의 기존 파일 블록을 재생된 파일로 대체할 수 있다. 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장함으로써, 데이터 센터(135)가 파일 블록을 포함하는 후속 요청을 보다 신속히 이행할 수 있다. 데이터 센터(135)가 데이터 파일을 위한 2차 데이터 센터인 경우, 데이터 센터(135)는 주 데이터 센터에서의 파일 캐시에 저장하기 위해 완전한 파일 블록을 주 데이터 센터로 전송할 수 있다. 그리고 나서, 방법(500)은 단계(580)로 진행할 수 있다.
- [0051] 단계(580)에서, 데이터 센터(135)는 파일 블록을 요청하는 클라이언트 장치(110)로 전송할 수 있다. 클라이언트 장치(110)는 요청된 파일 블록을 수신할 수 있다. 파일 블록은 주 데이터 센터에서의 파일 캐시에 저장된 캐싱된 복사본으로 클라우드 서비스(130)에 탄력적으로 저장될 수 있다. 그 후, 방법(500)은 방법(500)이 종료하는 단계(590)로 진행할 수 있다.
- [0052] 도 6은 클라우드 서비스(130)에 저장된 파일 블록에 기록하기 위한 예시적인 방법(600)을 보여주는 흐름도를 도시한다. 방법(600)은 데이터 센터(135)의 다양한 구성 요소에 의해 수행될 수 있다. 방법(600)은 단계(605)에서 시작하고, 단계(610)로 진행한다.
- [0053] 단계(610)에서, 데이터 센터(135)는 클라이언트 장치(110)로부터 클라우드 서비스(130)에 저장된 파일 블록에 기록하는 요청을 수신할 수 있다. 기록 요청은 변경되지 않은 파일의 다른 부분을 그대로 두면서 파일 블록의 일부의 수정을 포함할 수 있다. 데이터 센터(135)는 클라이언트 장치(110) 또는 파일을 위한 주 데이터 센터인지를 판단할 수 있다. 데이터 센터(135)가 주 데이터 센터가 아닌 경우, 데이터 센터(135)는 요청을 주 데이터 센터로 전송할 수 있다. 대안적으로, 데이터 센터(135)는 요청을 2차 데이터 센터로 처리할 수 있다. 주 데이터 센터가 사용할 수 없는 경우 데이터 센터(135)는 또한 요청을 처리할 수 있다. 데이터 센터(135)는 기록 동안 파일의 손상을 방지하기 위해 저널링을 사용할 수 있다. 기록 요청은 잠재적 기록 에러를 복구하기 위해 저

널링될 수 있다. 그 후, 방법(600)은 단계(615)로 진행할 수 있다.

[0054] 단계(615)에서, 데이터 센터(135)는 파일 블록이 파일 캐시(260)에 저장되는지를 판단할 수 있다. 파일 블록은 판독하기 위해 최근에 액세스된 경우 파일 캐시(260)에 저장될 수 있다. 클라이언트 장치(110)가 보통 파일 블록을 수정하기 전에 판독하여, 기록 요청을 전송하기 때문에 기록 요청을 위한 파일 블록이 파일 캐시(260)에 저장될 가능성이 있을 수 있다. 그러나, 많은 파일이 액세스되면, 기록 요청이 도착하기 전에 파일 블록은 파일 캐시(260)로부터 제거될 수 있다. 파일 블록이 파일 캐시(260)에 현재 저장되면, 방법(600)은 단계(640)로 진행할 수 있다. 파일 블록이 파일 캐시(260)에 현재 저장되지 않은 경우, 방법(600)은 단계(620)로 진행할 수 있다.

[0055] 단계(620)에서, 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터로 청크를 요청할 수 있다. 기록 요청만이 청크의 서브세트에 영향을 미치는 경우, 데이터 센터(135)는 영향을 받은 청크만을 요청할 수 있다. 그 후, 방법(600)은 데이터 센터(135)가 요청된 청크를 수신할 수 있는 단계(625)로 진행할 수 있다. 예를 들어, 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터가 정전으로 인해 사용할 수 없는 경우에 다른 데이터 센터로부터 청크를 수신할 수 없다. 청크의 서브세트가 수신되었으면, 방법(600)은 단계(630)로 진행할 수 있다.

[0056] 단계(630)에서, 데이터 센터(135)는 청크의 수신된 서브세트로부터 요청된 파일을 재생할 수 있다. 데이터 센터(135)는 청크를 생성하는 데 사용되는 소거 코드에 따라 파일 블록을 재생할 수 있다. 청크를 수신하고, 청크에 기초하여 파일 블록을 재생하는 것은 데이터 센터(135)의 처리 전력을 소비할 수 있다. 요청된 파일 블록을 재생하는 데 소요된 시간은 또한 클라이언트 장치(110)의 요청을 이행하는데 대기 시간을 추가시킬 수 있다. 완전한 파일 블록이 재구성되었으면, 방법(600)은 단계(635)로 진행할 수 있다.

[0057] 단계(635)에서, 데이터 센터(135)는 완전한 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장할 수 있다. 파일 캐시가 가득 찬 경우, 데이터 센터(135)는 파일 캐시(260) 내의 하나 이상의 기존 파일 블록을 재생된 파일 블록으로 대체할 수 있다. 파일 블록을 파일 캐시(260)에 저장함으로써, 데이터 센터(135)가 파일을 포함하는 후속 요청을 보다 신속히 이행할 수 있다. 데이터 센터(135)가 데이터 파일을 위한 2차 데이터 센터인 경우, 데이터 센터(135)는 주 데이터 센터에서의 파일 캐시에 저장하기 위해 완전한 파일 블록을 주 데이터 센터로 전송할 수 있다. 그 후, 방법(600)은 단계(640)로 진행할 수 있다.

[0058] 단계(640)에서, 데이터 센터(135)는 기록 요청에 의해 필요로 되는 파일 블록에 기록함으로써 저장된 파일 블록을 갱신할 수 있다. 데이터 센터(135)는 파일 블록에 기록할 때 파일을 열 수 있다. 기록 요청은 파일 블록의 일부 또는 전체 파일을 수정하거나 대체할 수 있다. 데이터 센터(135)는 파일 캐시(260)에 저장된 파일 블록의 복사본을 수정할 수 있다. 데이터 센터(135)가 기록 요청을 처리하고, 파일 블록을 갱신하면, 방법(600)은 데이터 센터(135)가 파일을 닫을 수 있는 단계(645)로 진행할 수 있다. 파일을 닫음으로써 파일의 추가의 수정이 방지될 수 있다. 데이터 센터(135)는 또한 파일을 닫을 때 파일 크기, 수정 날짜, 저자 등과 같은 속성을 결정할 수 있다. 그 후, 방법(600)은 단계(650)로 진행할 수 있다.

[0059] 단계(650)에서, 데이터 센터(135)는 소거 코드에 따라 갱신된 파일 블록으로부터 청크를 생성할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 청크는 파일 블록의 수정된 부분에만 기초하여 생성될 수 있다. 일부 청크는 수정에 의해 변경되지 않을 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 단계(650)는 파일 블록이 파일 캐시(260)에서 대체되려고 할 때까지 지연될 수 있다. 그 다음, 방법(600)은 단계(655)로 진행할 수 있다.

[0060] 단계(655)에서, 데이터 센터(135)는 수정된 청크를 다른 데이터 센터로 분산시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 수정된 청크만을 분산시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 다른 데이터 센터에 저장된 청크가 수정되지 않은 경우에 시간 및 통신 비용을 절약할 수 있다. 수정된 청크가 분산되었다면, 수정된 파일 블록은 클라우드 서비스(130)에 탄력적으로 저장될 수 있고, 방법(600)은 단계(660)로 진행할 수 있으며, 여기서 방법(600)은 종료한다.

[0061] 도 7은 캐시의 크기를 조정하는 예시적인 방법(700)을 보여주는 흐름도를 도시한다. 방법(700)은 클라우드 서비스(130)에 다수의 파일을 저장하는 비용을 최소화하기 위해 클라이언트 장치(110)와 같은 데이터 센터(135) 또는 다른 컴퓨터에 의해 사용될 수 있다. 방법(700)은 파일을 효율적으로 저장하고 요청을 처리하기 위해 캐시 크기를 조정함으로써 클라우드 서비스(130)의 비용을 최소화도록 시도할 수 있다. 방법(700)은 실제 비용을 측정할 수 있고, 그 후 가상의 비용은 저렴 방향으로 캐시 크기를 조정한다. 방법(700)은 캐시 크기를 지속적으로 조정하기 위해 반복적으로 수행될 수 있다. 방법(700)은 단계(705)에서 시작하고, 단계(710)로 진행할 수 있다.

- [0062] 단계(710)에서, 데이터 센터(135) 또는 클라이언트 장치(110)는 시간 간격 동안 클라우드 서비스(130)의 실제 비용을 측정할 수 있다. 클라우드 서비스(130)의 비용은 다양한 함수에 의해 측정될 수 있다. 비용 함수는 예를 들어 데이터 저장량, 캐시 크기, 요청 수, 데이터 센터간 전송량 및 데이터 센터 처리량과 같은 다양한 파라미터에 의존할 수 있다. 예를 들면, 방법(700)이 클라우드 서비스 고객에 의해 수행되는 경우, 비용은 클라우드 서비스 제공자에 의해 부과되는 양만큼 측정될 수 있다. 다른 예로서, 방법(700)이 클라우드 서비스 제공자에 의해 수행되는 경우, 제공자는 클라우드 서비스(130)에 의해 사용되는 각각의 시스템 자원에 대한 가치를 평가할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 캐시 크기는 데이터 저장량과 동등하게 가중될 수 있다. 비용은 고객 당, 데이터 센터 당, 및/또는 전 서비스에 기반하여 결정될 수 있다. 임의의 시간 간격이 사용될 수 있다. 측정된 결제 기간과 동등한 시간 간격이 적절할 수 있다. 예를 들면, 일일의 시간 간격은 고객이 일일 데이터 저장량에 대해 부과되는 경우에 적합할 수 있다. 그 후, 방법(700)은 단계(715)로 진행할 수 있다.
- [0063] 단계(715)에서, 데이터 센터(135) 또는 클라이언트 장치(110)는 클라우드 서비스(130)의 가상의 비용을 결정할 수 있다. 가상의 비용은 서로 다른 캐시 크기에 기초할 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 가상의 비용은 이전의 캐시 크기에 기초할 수 있다. 가상의 비용을 측정하는 데 사용되는 함수는 실제 비용을 측정하는 데 사용되는 함수와 동일할 수 있다. 따라서, 단계(715)는 단계(710)와 유사할 수 있다. 단계(710 및 715)는 임의의 순서로 발생할 수 있다. 그 후, 방법은 단계(720)로 진행할 수 있다.
- [0064] 단계(720)에서, 데이터 센터(135) 또는 클라이언트 장치(110)는 단계(710)에서 측정된 실제 비용이 단계(715)에서 결정된 가상의 비용보다 큰지를 판단할 수 있다. 실제 비용이 가상의 비용보다 크면, 방법은 단계(730)로 진행할 수 있다. 가상의 비용이 실제 비용보다 크면, 방법은 단계(725)로 진행할 수 있다.
- [0065] 단계(725)에서, 데이터 센터(135) 또는 클라이언트 장치(110)는 현재 캐시 크기가 가상의 비용을 결정하는 데 사용되는 구 캐시 크기보다 큰지를 판단할 수 있다. 현재 캐시 크기가 크면, 방법(700)은 단계(735)로 진행할 수 있다. 구 캐시 크기가 크면, 방법은 단계(740)로 진행할 수 있다.
- [0066] 단계(730)에서, 데이터 센터(135) 또는 클라이언트 장치(110)는 현재 캐시 크기가 가상의 비용을 결정하는 데 사용되는 구 캐시 크기보다 큰지를 판단할 수 있다. 현재 캐시 크기가 크면, 방법(700)은 단계(745)로 진행할 수 있다. 구 캐시 크기가 크면, 방법(700)은 단계(735)로 진행할 수 있다. 다시 말하면, 단계(730)은 단계(725)와 유사할 수 있지만, 반대의 결과를 가질 수 있다.
- [0067] 단계(735)에서, 데이터 센터(135)는 캐시 크기를 증가시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 특정 고객에 대한 캐시 크기 또는 모든 고객에 대한 캐시 크기를 증가시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 또한 다른 데이터 센터가 캐시 크기를 증가시키는 것을 나타낼 수 있다. 증가의 크기는 다를 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 캐시 크기는 1 기가바이트만큼 증가할 수 있다. 그 후, 방법(700)은 단계(750)로 진행할 수 있으며, 여기서 방법(700)은 종료한다.
- [0068] 단계(740 및 745)는 동일할 수 있다. 단계(740 및/또는 745)에서, 데이터 센터(135)는 캐시 크기를 감소시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 특정 고객에 대한 캐시 크기 또는 모든 고객에 대한 캐시 크기를 감소시킬 수 있다. 데이터 센터(135)는 또한 다른 데이터 센터가 캐시 크기를 감소시키는 것을 나타낼 수 있다. 감소의 크기는 다를 수 있다. 다양한 예시적인 실시예에서, 캐시 크기는 1 기가바이트만큼 감소할 수 있다. 그 후, 방법(700)은 단계(750)로 진행할 수 있으며, 여기서 방법(700)은 종료한다.
- [0069] 상술한 바에 따르면, 다양한 예시적인 실시예는 클라우드 컴퓨팅을 위한 방법 및 파일 시스템을 제공한다. 특히, 파일 청크를 분산시키고 데이터 센터에 파일 캐시를 제공함으로써, 높은 탄력성 및 낮은 대기 시간의 목표는 저비용으로 충족될 수 있다.
- [0070] 상술한 바로부터 본 발명의 다양한 예시적인 실시예는 하드웨어 및/또는 펌웨어에서 구현될 수 있다는 점이 자명하다. 더욱이, 다양한 예시적인 실시예는 머신 판독 가능한 저장 매체 상에 저장된 명령어로 구현될 수 있고, 이러한 명령어는 본 명세서에 상세히 설명된 동작을 수행하기 위해 적어도 하나의 프로세서에 의해 판독되고 실행될 수 있다. 머신 판독 가능한 저장 매체는 퍼스널 또는 랩톱 컴퓨터, 서버 또는 다른 컴퓨팅 장치와 같은 머신에 의해 판독 가능한 형태로 정보를 저장하기 위한 임의의 메커니즘을 포함할 수 있다. 따라서, 머신 판독 가능한 저장 매체는 판독 전용 메모리(ROM), 랜덤 액세스 메모리(RAM), 자기 디스크 저장 매체, 광학 저장 매체, 플래시 메모리 장치 및 유사한 저장 매체를 포함할 수 있다.
- [0071] 본 명세서에서의 임의의 블록도는 본 발명의 원리를 구현하는 예시적인 회로의 개념도를 나타낸다는 점을 당업자는 이해해야 한다. 마찬가지로, 임의의 플로우차트, 흐름도, 상태 천이도, 의사 코드 등은 컴퓨터나 프로세

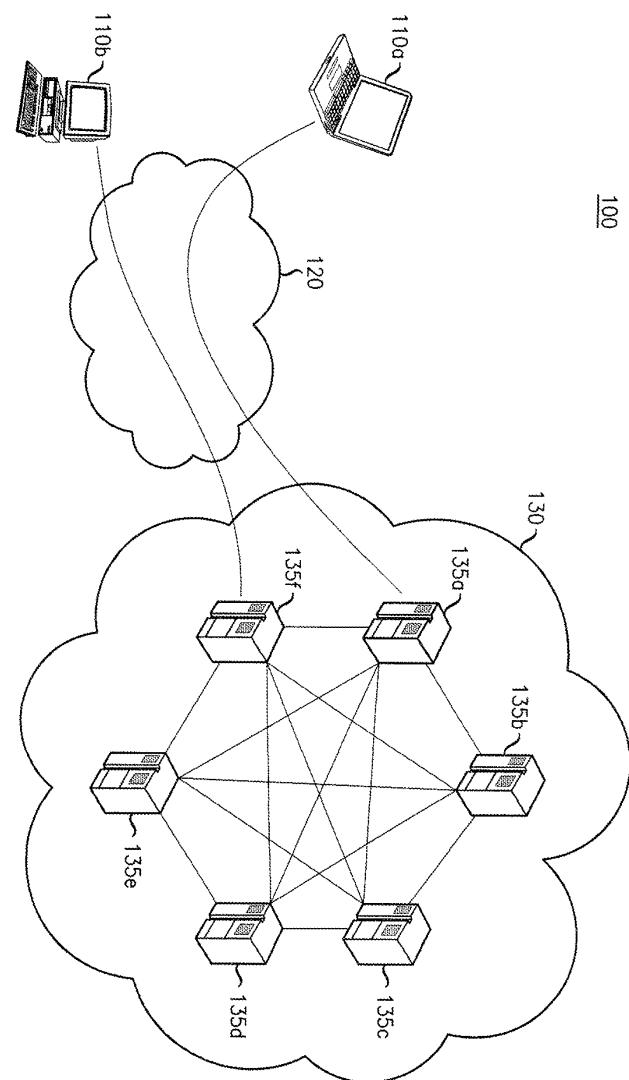
서가 명시적으로 도시되는 것과 상관없이 실질적으로 머신 판독 가능한 매체로 표현되어 그러한 컴퓨터 또는 프로세서에 의해 실행될 수 있는 다양한 프로세스를 나타낸다는 점을 알 수 있을 것이다.

[0072]

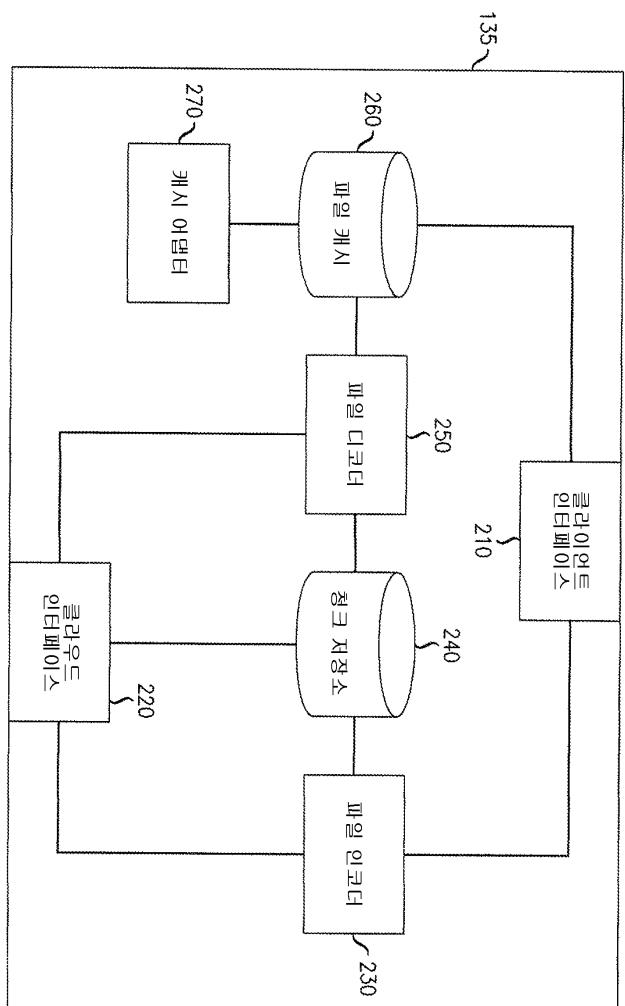
다양한 예시적인 실시예가 특정한 예시적인 양태를 특별히 관련하여 상세히 설명되었지만, 본 발명은 다른 실시예를 허용하고 이의 상세 사항은 다양한 명백한 관점에서 수정이 가능할 수 있다는 점을 이해해야 한다. 당업자에게 명백한 바와 같이, 변형 및 수정은 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않으면서 실현될 수 있다. 따라서, 상술한 개시, 설명 및 도면은 단지 예시를 위한 것이며, 청구범위에 의해서만 정의되는 본 발명을 어떠한 방식으로도 제한하지 않는다.

도면

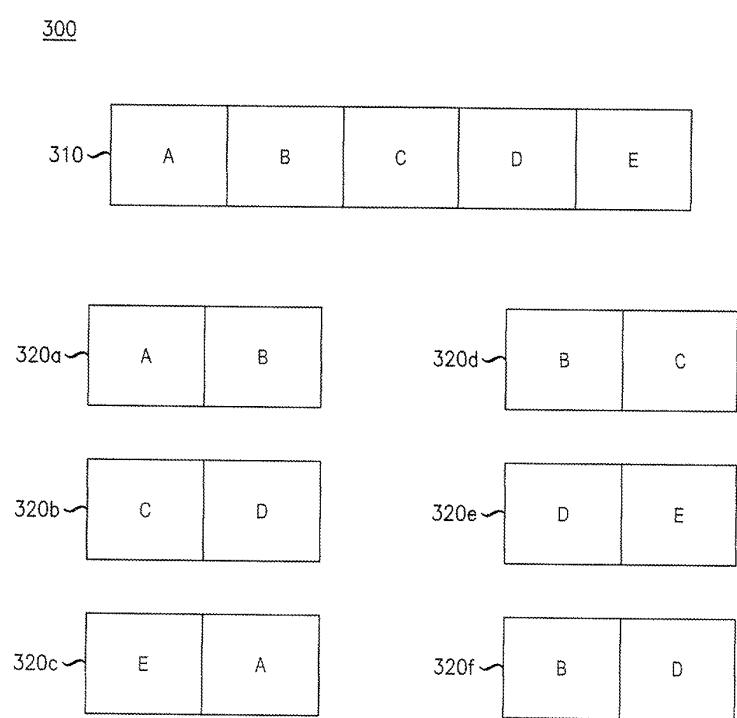
도면1



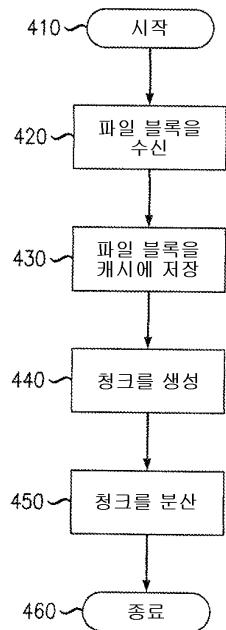
도면2



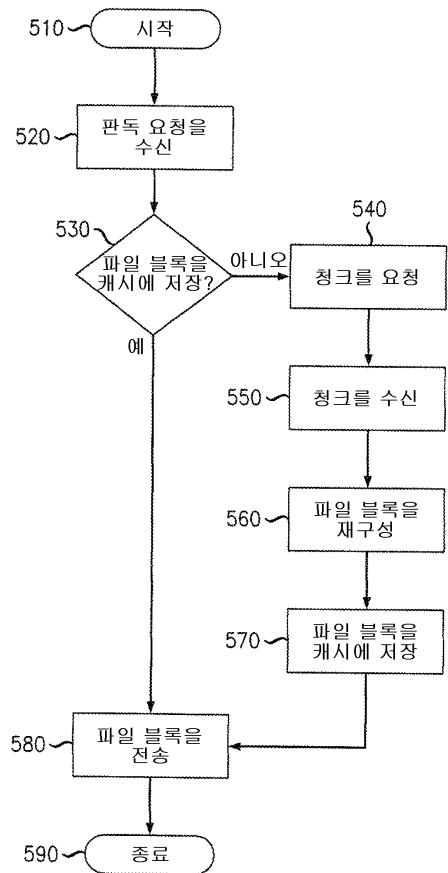
도면3



도면4

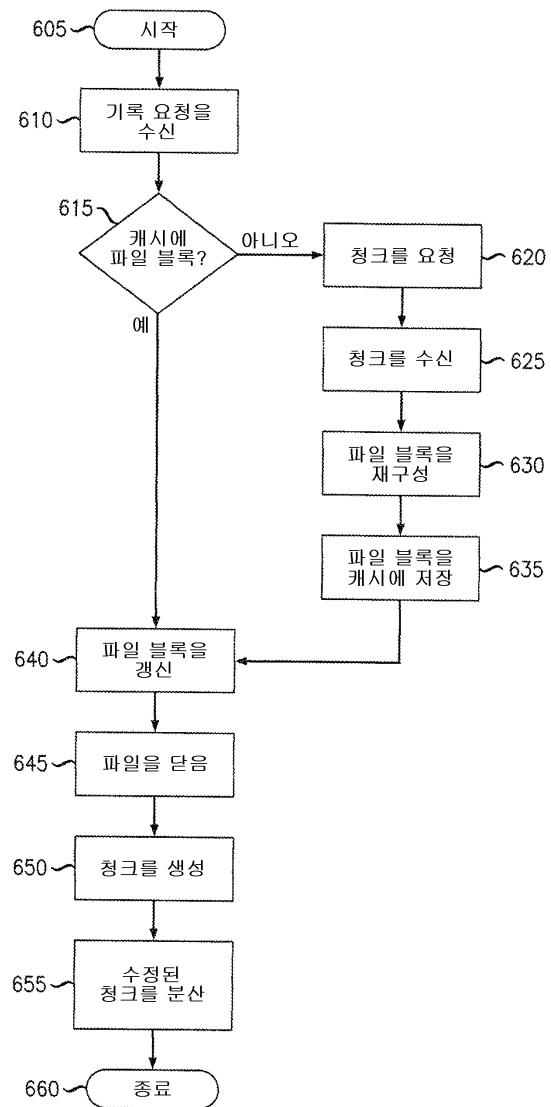
400

도면5

500

도면6

600



도면7

