

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 1월 14일 (14.01.2016)



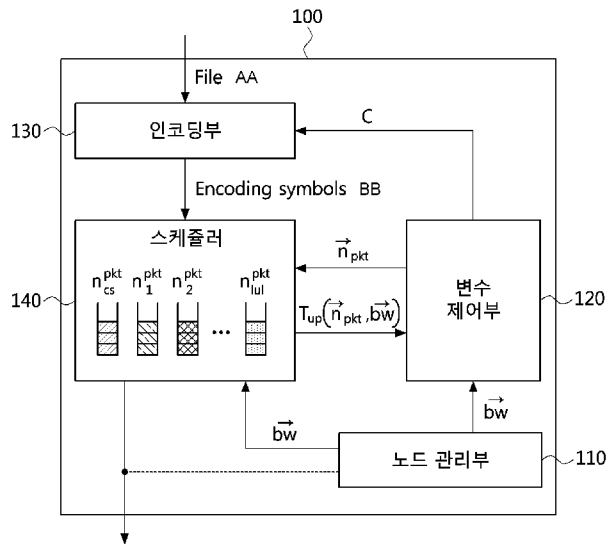
(10) 국제공개번호
WO 2016/006783 A1

- (51) 국제특허분류: G06F 15/16 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/001135
- (22) 국제출원일: 2015년 2월 4일 (04.02.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2014-0085103 2014년 7월 8일 (08.07.2014) KR
- (71) 출원인: 포항공과대학교 산학협력단 (POSTECH ACADEMY-INDUSTRY FOUNDATION) [KR/KR]; 790-784 경상북도 포항시 남구 청암로 77, Gyeongsangbuk-do (KR).
- (72) 발명자: 송황준 (SONG, Hwang Jun); 790-751 경상북도 포항시 남구 지곡로 155, 6동 1202호, Gyeongsangbuk-do (KR). 고윤민 (GO, Yun Min); 456-932 경기도 안성시 양성면 이현배티길 58-43, Gyeonggi-do (KR). 호동혁 (HO, Dong Hyeok); 134-814 서울시 강동구 천호대로 177길 48-3, Seoul (KR). 박기석 (PARK, Gi Seok); 122-743 서울시 은평구 불광로 122-10, 3102동 1103호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 이상 (E-SANG PATENT & TRADE-MARK LAW FIRM); 137-890 서울시 서초구 바우피로 188, 3층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: HYBRID STORAGE SYSTEM USING P2P AND DATA TRANSMISSION METHOD USING SAME

(54) 발명의 명칭 : P 2 P를 이용한 하이브리드 스토리지 시스템 및 이를 이용한 데이터 전송 방법



110 ... Node management unit
120 ... Variable control unit
130 ... Encoding unit
140 ... Scheduler
AA ... File
BB ... Encoding symbols

(57) Abstract: The present invention relates to a hybrid storage system combining a cloud storage system and a P2P storage system. The hybrid storage system comprises: a node management unit for measuring bandwidths for a cloud storage system server and a P2P storage peer; a variable control unit for calculating a packet distribution vector for determining the unit of data to be dispersed in the server and the peer and a fountain coding rate for determining encoding for data to be stored in the server and the peer; an encoding unit for fountain-encoding data to be stored in the server and the peer, according to the fountain coding rate; and a scheduler for calculating a transmission time which is the time required for data transmission to the server and the peer on the basis of the measured bandwidths and the packet distribution vector, and transmitting information on the transmission time to the variable control unit. Therefore, the present invention can solve a privacy problem of user data, improve a data recovery rate, and at the same time, store data while minimizing a transmission time.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2016/006783 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, **공개:**

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

클라우드 스토리지 시스템과 P2P 스토리지 시스템을 결합한 하이브리드 스토리지 시스템에 관한 것이다. 하이브리드 스토리지 시스템은, 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭을 측정하는 노드 관리부와, 서버와 피어에 분산될 데이터의 단위를 결정하는 패킷 분배 벡터와 서버와 피어에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코딩율을 산출하는 변수 제어부와, 서버와 피어에 저장될 데이터에 파운틴 코딩율에 따른 파운틴 인코딩을 수행하는 인코딩부와, 측정된 대역폭 및 패킷 분배 벡터에 기반하여 서버와 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하고, 전송 시간에 대한 정보를 변수 제어부에 전달하는 스케줄러를 포함한다. 따라서, 사용자 데이터의 프라이버시 문제를 해결하고 데이터 복구율을 향상시킴과 동시에 최소한의 전송 시간으로 데이터를 저장할 수 있다.

명세서

발명의 명칭: P 2 P 를 이용한 하이브리드 스토리지 시스템 및 이를 이용한 데이터 전송 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 스토리지 시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 클라우드 스토리지 시스템과 P2P 스토리지 시스템을 결합한 하이브리드 스토리지 시스템에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근 인터넷 환경에서 원격으로 유비쿼터스 데이터에 접속하는 것을 가능하게 하는 Amazon Glacier, Google Drive, Microsoft SkyDrive 등과 같은 많은 원격 스토리지 서비스들이 성공적으로 서비스되고 있다.
- [3] 한 예로 원격 스토리지 서비스 중 하나인 Dropbox는 2012년 사용자의 수가 1억 명에 도달했다. 일반적으로 이러한 원격 스토리지 시스템은 클라우드 스토리지 시스템과 P2P 스토리지 시스템 두 가지로 분류된다.
- [4] 서버 클러스터를 기반으로 하는 클라우드 스토리지 시스템은 저장된 데이터를 복사하는 일명 미러링(mirroring) 기법을 이용하여 높은 데이터 복구율을 보장한다. 여기서 데이터 복구율이란 데이터를 저장하는 사용자가 원하는 시점에 자신의 데이터를 성공적으로 에러 없이 되찾는 것을 의미한다. 그러나 클라우드 스토리지 시스템에서는 모든 데이터가 서버에 저장되기 때문에 저장된 사용자의 데이터가 제 3의 사용자 또는 관리자에게 노출될 우려가 있다. 따라서, 데이터 프라이버시는 클라우드 스토리지에서 가장 중요하게 해결해야 하는 문제 중 하나이다. 스토리지 사용자 증가에 따른 클라우드 스토리지 서버의 확장성의 문제도 심각하다.
- [5] 반면에 P2P 스토리지 시스템에서는 클라우드 스토리지 시스템의 문제점이 해결된다. P2P 스토리지 시스템의 특성은 피어(peer)들이 자신의 자원을 공유하는 것이다. 따라서 P2P 스토리지 시스템의 사용자가 증가함에 따라 P2P 스토리지 시스템의 스토리지 자원은 끊임없이 증가하게 된다. 또한, P2P 스토리지 시스템에서 사용자는 저장된 자신의 데이터를 다중 피어들로부터 동시에 다운로드 받게 됨에 따라 클라우드 스토리지 시스템에 비하여 더 높은 다운로드 속도를 가지게 된다. 더 나아가, 데이터 프라이버시 역시 사용자의 데이터가 분할되어 여러 피어에게 나누어 저장될 때 향상될 수 있다. 그러나 P2P 클라우드 스토리지에서 가장 큰 문제점은 동적인 피어의 특성에 따른 낮은 데이터 복구율이다. 지금까지 P2P 스토리지 시스템이 클라우드 스토리지 시스템과 동일한 복구율을 보장하도록 하기 위해 많은 연구들이 진행되어 왔다. P2P 스토리지 시스템의 데이터 상환율을 높이기 위한 효율적인 방안으로는 데이터 저장 전 LDPC, LT코드, RS 코드 등과 같은 erasure protection 코드를

사용하여 저장하고자 하는 데이터를 인코딩한 뒤 원하는 데이터 복구율을 만족하도록 다수의 피어들에게 인코딩된 데이터를 저장하는 것이다. 그러나, 이러한 방법은 데이터 저장을 위한 전송 시간을 증가시켜 또 다른 문제를 야기한다.

- [6] 상술한 바와 같이, 클라우드 컴퓨팅 서비스 기술 중 하나인 서버 기반의 클라우드 스토리지와 P2P 기반의 P2P 스토리지는 각각의 장단점을 가진다. 클라우드 스토리지는 낮은 고장률을 갖는 서버에 의해 높은 확률로 사용이 가능하기 때문에, 데이터를 저장할 경우 높은 데이터 복구율을 가지게 된다. 그러나 클라우드 스토리지에서는 급격한 사용자 수의 증가로 인한 서버 확장성 문제가 발생하며 사용자의 데이터가 모두 서버에 저장됨에 따라 데이터의 프라이버시 문제가 발생한다.
- [7] 반면 P2P 스토리지에서는 클라우드 스토리지에 비해 스토리지 확장성이 높으며 사용자의 데이터를 분산 저장함에 따라 클라우드 스토리지에 비해 비교적 높은 데이터 프라이버시를 보장할 수 있다. 그러나 데이터를 저장할 경우 피어의 동적인 특성에 따라 낮은 데이터 복구율을 가지게 되는 문제가 발생한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [8] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 클라우드 스토리지 시스템과 P2P 스토리지 시스템이 독립적으로 활용될 경우의 한계를 보완하기 위하여 두 개의 스토리지 시스템을 결합하여 활용하는 하이브리드 스토리지 시스템을 제공하는데 있다.
- [9] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 다른 목적은, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용하여 데이터를 전송하는 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [10] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템은, 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭을 측정하는 노드 관리부와, 서버와 피어에 분산될 데이터의 단위를 결정하는 패킷 분배 벡터와 서버와 피어에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코딩율을 산출하는 변수 제어부와, 서버와 피어에 저장될 데이터에 파운틴 코딩율에 따른 파운틴 인코딩을 수행하는 인코딩부와, 측정된 대역폭 및 패킷 분배 벡터에 기반하여 서버와 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하고, 전송 시간에 대한 정보를 변수 제어부에 전달하는 스케줄러를 포함한다.
- [11] 여기에서, 상기 패킷 분배 벡터는, 서버와 피어에 분산될 부호화 심볼을 포함하는 패킷의 개수를 나타낼 수 있다.
- [12] 여기에서, 상기 변수 제어부는, 측정된 대역폭 및 전송 시간에 대한 정보를 이용하여 패킷 분배 벡터를 재산출할 수 있다.

- [13] 여기에서, 상기 변수 제어부는, 데이터 복구율이 미리 설정된 기준 이상이 되도록 패킷 분배 벡터를 결정할 수 있다.
- [14] 여기에서, 데이터 복구율은, 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여 산출될 수 있다.
- [15] 여기에서, 상기 디코딩 실패율은, 소스 심볼의 개수와 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출될 수 있다.
- [16] 여기에서, 시스템 신뢰성은, 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률일 수 있다.
- [17] 여기에서, 상기 변수 제어부는, 피어에 남아있는 스토리지 공간 및 패킷에 포함되는 부호화 심볼의 개수에 기반하여 서버와 피어에 소스 심볼의 개수 보다 작은 부호화 심볼이 저장되도록 패킷 분배 벡터를 결정할 수 있다.
- [18] 여기에서, 상기 인코딩부는, LT 인코딩을 수행할 수 있다.
- [19] 여기에서, 상기 스케줄러는, 파운틴 코딩율에 의해 인코딩된 부호화 심볼을 패킷 분배 벡터에 따라 서버와 피어에 전송할 수 있다.
- [20] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법은, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용하여 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 데이터를 분산하는 방법에 있어서, 서버와 피어의 대역폭에 대한 정보를 획득하는 단계와, 대역폭에 대한 정보에 기반한 패킷 분배 벡터를 결정하기 위하여 최소 패킷의 개수, 최대 패킷의 개수 및 패킷 간격의 개수를 초기화하는 단계와, 데이터 복구율 및 서버와 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 대역폭에 대한 정보에 기반하여 산출하는 단계와, 데이터 복구율 및 전송 시간이 미리 설정된 기준을 만족하도록 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계를 포함한다.
- [21] 여기에서, 상기 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법은, 패킷 분배 벡터에 따라 서버와 피어에 데이터를 분산하여 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [22] 여기에서, 상기 서버와 상기 피어에 데이터를 분산하여 전송하는 단계는, 패킷 분배 벡터에 기반하여 결정된 파운틴 코딩율에 따라 데이터를 부호화하여 전송할 수 있다.
- [23] 여기에서, 데이터 복구율은 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여 산출되고, 디코딩 실패율은 소스 심볼의 개수와 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출되며, 시스템 신뢰성은 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률일 수 있다.
- [24] 여기에서, 상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계는, 대역폭에 대한 정보가 변경된 경우, 변경된 대역폭에 대한 정보가 반영되도록 상기 패킷 분배 벡터를 재결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [25] 여기에서, 상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계는, 서버와 피어의 대역폭이

감소된 경우, 대역폭의 감소량 보다 추가될 피어의 대역폭의 합이 커지도록 피어를 추가하고, 추가된 피어를 고려하여 상기 패킷 분배 벡터를 재결정할 수 있다.

- [26] 상기 다른 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 측면에 따른 데이터 분산 방법은, 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭을 측정하는 단계와, 서버와 피어에 분산될 데이터의 단위를 결정하는 패킷 분배 벡터와 서버와 피어에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코딩율을 산출하는 단계와, 서버와 피어에 저장될 데이터에 파운틴 코딩율에 따른 파운틴 인코딩을 수행하는 단계와, 측정된 대역폭 및 패킷 분배 벡터에 기반하여 서버와 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [27] 상기와 같은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템은 데이터 복구율을 향상시키고, 전송 시간을 최소화할 수 있도록 패킷 분배 벡터를 결정하여 데이터를 전송할 수 있다.
- [28] 또한, 하이브리드 스토리지 시스템은 P2P 스토리지 시스템을 클라우드 스토리지 시스템과 함께 사용하도록 함으로써 데이터의 프라이버시 문제를 해결할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [29] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [30] 도 2 (a) 내지 (d)는 본 발명의 실시예에 따른 패킷 분배 벡터의 결정을 설명하기 위한 개념도이다.
- [31] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [32] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.
- [33] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [34] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [35] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [36] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [37]
- [38] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [39] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템을 설명하기 위한 블록도이다.
- [40] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템(100)은 노드 관리부(110), 변수 제어부(120), 인코딩부(130) 및 스케줄러(140)를 포함하여 구성될 수 있다.
- [41] 노드 관리부(110)는 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭(bandwidth)을 측정하여 후술하는 변수 제어부(120)와 스케줄러(140)에 전송할 수 있다.
- [42] 변수 제어부(120)는 노드 관리부(110)를 통해 얻은 정보들(대역폭)과 스케줄러(140)에 의해 계산되는 전송 시간을 기반으로 서버와 피어들에게 분산될 데이터의 단위 또는 크기를 결정하는 패킷 분배 벡터($\vec{n}_{pkt}$)와 서버와 피어들에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코드율($c(\vec{n}_{pkt})$)을

산출할 수 있다.

[43] 여기서, 패킷 분배 벡터는

$$\vec{n}_{pkt} = \left(n_{cs}^{pkt}, n_1^{pkt}, n_2^{pkt}, \dots, n_{|\mathbf{U}_{initial_set}|}^{pkt} \right)$$

표현될 수 있고, 패킷 분배 벡터의 첫번째 원소(n_{cs}^{pkt})와 나머지 원소들(n_i^{pkt})은

서버와 피어들에 분산될 부호화 심볼을 포함하는 패킷의 개수를 나타낼 수 있으며, $\mathbf{U}_{initial_set}$ 은 사용자에게 제공되는 피어들의 초기 집합으로 데이터

저장이 가능한 피어의 수를 나타낼 수 있다.

[44] 인코딩부(130)는 변수 제어부(120)에 의해 결정된 파운틴 코드율에 따라 서버와 피어들에 저장될 데이터에 대해서 파운틴 인코딩을 수행할 수 있다. 예를 들어, 인코딩부(130)는 LT codes 또는 Raptor codes를 사용할 수 있다. 특히, 인코딩부(130)는 LT 인코딩을 수행할 수 있다.

[45] 스케줄러(140)는 측정된 대역폭 및 패킷 분배 벡터에 기반하여 서버와 피어들에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하고, 전송 시간에 대한 정보를 변수 제어부(120)에 전달(피드백)할 수 있다. 따라서, 변수 제어부(120)는 측정된 대역폭 및 전송 시간에 대한 정보를 이용하여 패킷 분배 벡터를 재산출할 수 있다.

[46] 또한, 스케줄러(140)는 파운틴 코드율에 의해 인코딩된 부호화 심볼을 패킷 분배 벡터에 따라 서버와 피어에 전송할 수 있다.

[47] 인코더부에 의해 생성된 부호화 심볼들은 스케줄러(140)를 통해 패킷 분배 벡터에 따라 서버 및 피어들에게 전송될 수 있다.

[48]

[49] 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템(100)의 기능을 보다 상세히 설명하기 위한 용어를 정리하면 다음과 같다.

[50] 노드 유효성(node availability)은 주어진 시간 동안 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어 상에 저장된 데이터를 되찾을 수 있는 확률을 의미할 수 있다. 여기서, 노드는 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어들을 의미할 수 있다.

[51] 노드 유효성을 계산하는 과정을 설명한다. P2P 스토리지에서 시스템 내에 존재할 피어의 생존 시간은 스토리지 시스템 내에 머문 시간에 의존한다. 따라서 피어의 유효성은 다음의 수학적 식 1과 같이 계산된다

[52] [수학적 식 1]

$$p_i = P\left\{X \geq T_i^{stay} + T_{req} \mid X \geq T_i^{stay}\right\} = \frac{P\left\{X \geq T_i^{stay} + T_{req}\right\}}{P\left\{X \geq T_i^{stay}\right\}}$$

[54] 수학식 1에서, X 는 피어가 앞으로 스토리지 시스템 내에 존재할 시간을 나타낸다. 따라서, 수학식에 따른 노드 유효성은 T_i^{stay} 시간 동안 스토리지 시스템에 머문 i 번째 피어가 T_{req} 시간 이상 스토리지 시스템에 존재할 확률을 나타낼 수 있다. 여기서, 랜덤 변수 X 는 파레토 분포(Pareto distribution)로 모델링될 수 있다.

[55] 다음으로, 시스템 신뢰성(system reliability)은 성공적인 파운틴 디코딩을 위해 요구되는 부호화 심볼 개수 이상을 획득할 확률을 의미할 수 있다.

[56] 시스템 신뢰성을 계산하는 과정을 설명한다. 노드 유효성을 기반으로 하이브리드 스토리지 시스템(100)의 신뢰성 정도를 계산할 수 있다. 시스템 신뢰성의 계산을 위하여 다음의 수학식 2 및 수학식 5와 같은 두 가지 매트릭스를 정의할 수 있다.

[57] [수학식 2]

[58]
$$\mathbf{A} = \left(\vec{a}_1 \quad \vec{a}_2 \quad \cdots \quad \vec{a}_i \quad \cdots \quad \vec{a}_{N_{row}} \right)^T$$

[59] 수학식 2는 노드 조합 매트릭스(node combination matrix)를 나타낸다.

[60] 수학식 2에 따른 노드 조합 매트릭스는 노드 상태 벡터($\vec{a}_i$)를 원소로 가진다.

[61] 노드 상태 벡터는 다음의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

[62] [수학식 3]

[63]
$$\vec{a}_i = \left(a_{i,cs}, a_{i,1}, a_{i,2}, \cdots, a_{i,j}, \cdots, a_{i,|U_{initial_set}|} \right)$$

[64] [수학식 4]

[65]
$$N_{row} = 2 \cdot \sum_{q=1}^{|U_{initial_set}|} \binom{|U_{initial_set}|}{q}$$

[66] 이며,

[67] $U_{initial_set}$ 은 사용자에게 제공되는 피어들의 초기 집합을 의미할 수 있다.

[68] 수학식 2에 따르면, 노드 상태 벡터에 상응하는 원소의 값은 주어진 T_{req} 시간

동안 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어에 접근 가능할 경우 1로 설정되고, 그렇지 않은 경우 0으로 설정될 수 있다.

[69] 수학식 5는 이벤트 확률 매트릭스(event probability matrix)를 나타낸다.

[70] [수학식 5]

$$[71] \quad \mathbf{E} = \begin{pmatrix} \vec{e}_1 & \vec{e}_2 & \cdots & \vec{e}_i & \cdots & \vec{e}_{N_{row}} \end{pmatrix}^T$$

[72] 수학식 5에서, 각각의 원소는 다음의 수학식 6 내지 8에 의해 정의될 수 있다.

[73]

[74] [수학식 6]

$$[75] \quad \vec{e}_i = \left(e_{i,cs}(\vec{n}_{pkt}), e_{i,1}(\vec{n}_{pkt}), e_{i,2}(\vec{n}_{pkt}), \dots, e_{i,j}(\vec{n}_{pkt}), \dots, e_{i,|U_{initial_set}|}(\vec{n}_{pkt}) \right)$$

[76]

[77] [수학식 7]

$$[78] \quad e_{i,cs}(\vec{n}_{pkt}) = \begin{cases} p_{cs} & \text{if } N_{ps} \cdot (\vec{a}_i \bullet \vec{n}_{pkt}) \geq K_{\min} \text{ and } a_{i,cs} = 1 \\ 1 - p_{cs} & \text{if } N_{ps} \cdot (\vec{a}_i \bullet \vec{n}_{pkt}) \geq K_{\min} \text{ and } a_{i,cs} = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[79]

[80] [수학식 8]

$$[81] \quad e_{i,j}(\vec{n}_{pkt}) = \begin{cases} p_j & \text{if } N_{ps} \cdot (\vec{a}_i \bullet \vec{n}_{pkt}) \geq K_{\min} \text{ and } a_{i,j} = 1 \\ 1 - p_j & \text{if } N_{ps} \cdot (\vec{a}_i \bullet \vec{n}_{pkt}) \geq K_{\min} \text{ and } a_{i,j} = 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

[82] 수학식 5의 각각의 원소 값들은 수학식 7 및 수학식 8에 의해 산출되는 확률값을 나타낼 수 있다.

[83] 수학식 7 및 수학식 8에서 $\bullet$ 는 내적을 나타내고, $\vec{e}_i$ 의 모든 원소를

곱한값은 노드 상태 벡터가 $\vec{a}_i$ 인 경우에 $K_{\min}$ 이상의 부호화 심볼을 획득할

확률을 나타낸다. 여기서, N_{ps} 는 패킷 내에 포함되는 부호화 심볼의 개수를

나타내고, $K_{\min}$ 은 소스 심볼을 성공적으로 복구하기 위해 필요한 부호화

심볼의 개수를 나타낼 수 있다.

[84] 따라서, 시스템 신뢰성은 다음의 수학식 9와 같이 이벤트 확률 매트릭스의

원소값을 이용하여 나타낼 수 있다.

[85] [수학식 9]

[86]

$$SR(\vec{n}_{pkt}) = \sum_{i=1}^{N_{row}} \left(e_{i,cs}(\vec{n}_{pkt}) \cdot \prod_{j=1}^{|\mathbf{U}_{initial_set}|} e_{i,j}(\vec{n}_{pkt}) \right)$$

[87]

[88] 마지막으로, 데이터 복구율(data retrievability)은 사용자가 오류없이 하이브리드 스토리지 시스템(100)에 저장된 자신의 데이터를 복구할 확률을 의미할 수 있다.

[89] 데이터 복구율을 계산하는 과정을 설명한다. 파운틴 인코딩에 의해 생성된 부호화 심볼 중 일부가 손실되었다 하더라도, 일정 수준 이상의 부호화 심볼을 되찾았을 경우에는, 정해진 확률로 원래의 소스 심볼을 복구할 수 있다. 예를 들어, LT 디코딩 실패율 ($\delta_{failure}$)과 소스 심볼의 개수 (K_{source}) 및

K_{source} 개의 소스 심볼들을 성공적으로 복구하기 위해 요구되는 부호화

심볼들의 개수 (K_{min}) 사이의 관계는 다음의 수학식 10에 의해 정의될 수 있다.

[90] [수학식 10]

[91]

$$K_{min} = K_{source} + 2 \cdot \ln \left(\frac{\omega \cdot \ln \left(\frac{K_{source}}{\delta_{failure}} \right) \cdot \sqrt{K_{source}}}{\delta_{failure}} \right) \cdot \omega \cdot \ln \left(\frac{K_{source}}{\delta_{failure}} \right) \cdot \sqrt{K_{source}}$$

[92] 수학식 10에서, ω 는 robust solution 분포의 변수를 의미하는 것으로, 작은

실수의 값일 수 있다.

[93] 수학식 10에 따르면, 사용자 측에서 소스 심볼들의 개수 보다 약간 더 많은 수의 부호화 심볼들을 통해 높은 성공 확률로 모든 소스 심볼들을 원활히 복구할 수 있다.

[94] 데이터 복구율은 다음의 수학식 11에 의해 계산될 수 있다

[95] [수학식 11]

[96]

$$DR(\vec{n}_{pkt}) = (1 - \delta_{failure}) \cdot SR(\vec{n}_{pkt})$$

[97] 즉, 수학식 11은 되찾은 부호화 심볼들로부터 에러없이 원래의 소스 심볼을 성공적으로 복구할 확률을 나타낸다.

- [98] 다음의 수학적 식 12에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템(100)의 변수 제어부(120)는 데이터 복구율이 미리 설정된 기준($P_{retrive}^{min}$) 이상이 되도록 패킷 분산 벡터를 결정할 수 있다. 여기서, $P_{retrive}^{min}$ 는 스토리지 시스템이 요구하는 최소한의 데이터 복구율을 의미할 수 있다. 즉, 변수 제어부(120)는 데이터 복구율이 미리 설정된 기준 이상이 되도록 패킷 분배 벡터를 결정할 수 있다.
- [99] 상세하게는, 데이터 복구율은 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여 산출되고, 디코딩 실패율은 소스 심볼의 개수와 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출될 수 있다. 여기서, 시스템 신뢰성은 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률을 의미할 수 있다.
- [100] [수학적 식 12]
- [101]
$$DR(\vec{n}_{pkt}) \geq P_{retrive}^{min}$$
- [102] 또한, 변수 제어부(120)는 전송 시간($T_{up}(\vec{n}_{pkt}, \overrightarrow{bw})$)을 최소화시키도록 패킷 분산 벡터를 결정할 수 있다.
- [103] 더 나아가, 변수 제어부(120)는 다음의 수학적 식 13을 만족하도록 하여 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어들에게 원래 소스 심볼의 개수 이하로 부호화 심볼 개수를 저장함으로써 사용자의 데이터 프라이버시를 보장하도록 할 수 있다.
- [104] [수학적 식 13]
- [105]
$$n_{cs}^{pkt} < \left\lfloor \frac{K_{source}}{N_{ps}} \right\rfloor \text{ and } n_l^{pkt} < \min \left\{ \left\lfloor \frac{h_l}{S_{symbol} \cdot N_{ps}} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{K_{source}}{N_{ps}} \right\rfloor \right\}, \text{ for } 1 \leq l \leq |U_{initial_set}|$$
- [106] 수학적 식 13에서, h_l 는 i번째 피어에 남아있는 스토리지 공간을 나타내고, S_{symbol} 은 심볼 크기를 나타내며, N_{ps} 는 패킷에 포함되는 부호화 심볼의 개수를 나타낼 수 있다.
- [107] 수학적 식 13을 참조하면, 변수 제어부(120)는 피어에 남아있는 스토리지 공간 및 패킷에 포함되는 부호화 심볼의 개수에 기반하여 서버와 피어에 소스 심볼의 개수 보다 작은 부호화 심볼이 저장되도록 패킷 분배 벡터를 결정할 수 있다.
- [108]
- [109] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 패킷 분배 벡터의 결정을 설명하기 위한

개념도이다.

- [110] 도 2를 참조하면, 패킷 분배 벡터에 대한 결정 및 재결정 과정을 통하여 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어에 전송되는 패킷의 크기가 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 2는 4개의 노드가 선택된 경우, 각각의 노드에 전송되는 패킷의 크기를 나타내는 예시도이다. 여기서, 패킷의 크기는 소스 블록의 크기를 결정할 수 있다.
- [111] 상세하게는, 패킷 분배 벡터의 결정 및 재결정 과정은 각 노드에 저장하기 위한 패킷 수의 간격과 탐색 범위를 단계적으로 좁혀나가는 과정이다.
- [112] 도 2는 사용자가 클라우드 서버와 총 세 개의 피어를 제공받은 상황에서 각각의 노드에 전송되는 패킷의 수를 나타내는 패킷 분배 벡터의 결정 과정을 나타낸다.
- [113] 도 2에서는 각 노드가 저장할 수 있는(전송할 수 있는) 최대 패킷의 수를 32라 가정한다.
- [114] 도 2 (a)에 따른 과정은 패킷 분배 벡터 결정을 위한 초기 간격의 설정 과정을 나타낸다(초기 간격은 도 2 (a)에서 8로 설정됨).
- [115] 도 2 (b)에 따른 과정은 도 2 (a)에서 설정된 초기 간격을 기반으로 임시 패킷 분배 벡터를 결정하고 탐색 간격(예: 간격 4)과 탐색 범위를 한 단계 줄일 수 있다.
- [116]
- [117] 도 2 (c)에 따른 과정은 한 단계 줄어든 탐색 간격과 탐색 범위를 기반으로 임시 패킷 분배 벡터를 재결정할 수 있으며, 도 2 (d)에 따른 과정은 도 2 (c)에서 결정된 임시 패킷 분배 벡터를 기반으로 한 단계 더 탐색 간격(예: 간격 2)과 탐색 범위를 줄일 수 있다.
- [118] 이러한 과정은 탐색 간격이 1이 될 때까지 진행된다. 따라서, 도 2를 참조하면, 패킷 분배 벡터에 대한 결정 및 재결정 과정을 통하여 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어에 전송되는 패킷의 크기를 결정할 수 있다.
- [119]
- [120] 패킷 분배 벡터와 같은 제어 변수 결정 알고리즘은 두 가지 과정으로 이루어진다.
- [121] 첫 번째는 주어진 피어집합 내에서 낮은 복잡도로 패킷 분배 벡터를 결정하는 과정이며, 두 번째는 전송 과정에서 시변하는 대역폭에 따라 적절히 패킷 분배 벡터를 재결정하는 과정이다.
- [122] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템(100)에서 파일(데이터)의 첫 번째 소스 블록을 저장하기 위한 세부 과정은 다음과 같다.

[123]

[124] <단계 1>

[125] 패킷의 간격 개수 N_{int} 를 2^m 으로 설정할 수 있다. 여기서 m 은 0과

$$\left\lceil \log_2 \frac{K_{\text{source}}}{N_{\text{ps}}} \right\rceil$$

사이의 정수일 수 있다.

[126] 모든 $i \left(0 \leq i \leq |U_{initial_set}| \right)$ 에 대해 $n_i^{\min} = 0$,

$$n_i^{\max} = \left\lfloor \log_2 \frac{K_{source}}{N_{ps}} \right\rfloor \quad \text{및} \quad N_i^{\text{int}} = N_{\text{int}} \quad \text{으로 초기화할 수 있다.}$$

[127]

[128] 그 후에 다음의 수학적 식 14에 따라 나머지 패킷의 간격을 결정할 수 있다.

[129] [수학적 식 14]

[130]

$$n_i^{pkt}(k) = n_i^{\min} + k \cdot \frac{n_i^{\max} - n_i^{\min}}{N_i^{\text{int}}}$$

[131] 수학적 식 14에서 $n_i^{pkt}(k)$ 는 i 번째 피어에 전송될 패킷의 개수를 나타내고,

$n_0^{pkt}(k)$ 는 예외적으로 클라우드 스토리지의 서버에 할당되는 패킷의 수를 나타낸다.

[132]

[133] <단계 2>

[134] $\vec{n}_{pkt}^{cur} = \left(n_0^{cur}, n_1^{cur}, \dots, n_i^{cur}, \dots, n_{|U_{initial_set}|}^{cur} \right)$ 가 상기 단계

1에서 얻어진 전송 시간을 최소화하는 최적의 패킷 분배 벡터라 하자. 최소점 $n_i^{\min}$ 과 최대점 $n_i^{\max}$ 은 각각

$$\min \left\{ n_i^{cur} + \frac{n_i^{\max} - n_i^{\min}}{2 \cdot N_i^{\text{int}}}, 2^{\left\lfloor \log_2 \frac{K_{source}}{N_{ps}} \right\rfloor} \right\} \quad \text{과}$$

$$\max \left\{ 0, n_i^{cur} - \frac{n_i^{\max} - n_i^{\min}}{2 \cdot N_i^{\text{int}}} \right\} \quad \text{의해서 갱신될 수 있다. 만약 } n_i^{cur}$$

가 0 또는 $2^{\left\lfloor \log_2 \frac{K_{source}}{N_{ps}} \right\rfloor}$ 일 경우 N_i^{int} 은 1로 설정되고, 그렇지 않은 경우에

N_i^{int} 는 2로 설정될 수 있다.

[135]

[136] <단계 3>[137] $n_i^{pkt}(k) - n_i^{pkt}(k-1) = 1$ 이 될때 까지 상기의 단계 1 및 단계

2를 반복할 수 있다.

[138] 도 2(a)는 k=1인 경우, 도 2(b) 및 도 2(c)는 k=2인 경우, 도 2(d)는 k=3인 경우까지 단계 1 및 단계 2가 반복 수행된 경우를 나타낸다.

[139]

[140] <단계 4>[141] 최종적으로, 파일(데이터)의 첫 번째 소스 블록을 전송하기 위해 현재의 패킷 분배 벡터($\vec{n}_{pkt}^{cur}$)가 결정되고 파운틴 코드율은 다음의 수학식 15에 의해

결정될 수 있다.

[142] [수학식 15]

[143]

$$c(\vec{n}_{pkt}^{cur}) = \frac{K_{source}}{N_{ps} \cdot \left(\sum_{i=0}^{|\mathbf{U}_{initial_set}|} n_i^{cur} \right)}$$

[144] 다음으로, 전송 과정 중 시변하는 네트워크 환경에 적절히 대응하기 위해 첫 번째 소스 블록을 제외한 나머지 소스 블록들의 전송 과정은 다음과 같다.

[145]

[146] <단계 1>

[147] 나머지 블록을 전송하기 위해 이용 가능한 대역폭 벡터(

$$\overrightarrow{bw} = \left(bw_{cs}, bw_1, \dots, bw_i, \dots, bw_{|\mathbf{U}_{initial_set}|} \right)$$

)를 측정한다.

[148]

[149] <단계 2>[150] 대역폭에 변화가 발생하는지 확인한다. 만약 사용자와 서버 또는 피어 사이에 대역폭이 감소할 경우 대역폭의 감소량보다 추가된 피어들의 대역폭 총 합이 커질 때까지 추가 피어 집합($\mathbf{U}_{add}$)에 포함된 피어를 초기 피어 집합($\mathbf{U}_{initial_set}$)에 추가할 수 있다.

[151]

[152] <단계 3>

- [153] 초기 피어 집합에 추가된 피어와 대역폭 감소를 나타낸 피어들에 기반하여 패킷 분배 백터를 재결정 과정을 수행할 수 있다.
- [154]
- [155] **<단계 4>**
- [156] 모든 블록들이 전송될 때까지 상기 단계 1 내지 단계 3을 반복하여 수행할 수 있다.
- [157]
- [158] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [159] 도 3을 참조하여 하이브리드 스토리지 시스템(100)을 통하여 클라우드 스토리지의 서버 또는 P2P 스토리지의 피어에 데이터를 전송 또는 업로드하는 과정을 설명한다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 스토리지 시스템(100)을 이용한 데이터 전송 방법은 상술한 패킷 분산 백터의 결정 및 재결정 과정을 통하여 수행될 수 있다.
- [160] 본 발명의 실시예에 따르면, 하이브리드 스토리지 시스템(100)을 이용하여 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 데이터를 분산 또는 업로드할 수 있다.
- [161] 먼저, 서버와 피어의 대역폭에 대한 정보를 획득할 수 있다(S310).
- [162] 대역폭에 대한 정보에 기반한 패킷 분배 백터를 결정하기 위하여 최소 패킷의 개수($n_i^{\min}$), 최대 패킷의 개수($n_i^{\max}$) 및 패킷 간격의 개수(N_{int})를 초기화할 수 있다(S320).
- [163] 데이터 복구율 및 서버와 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 대역폭에 대한 정보에 기반하여 산출할 수 있다(S330).
- [164] 상세하게는, 데이터 복구율은 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여 산출되고, 디코딩 실패율은 소스 심볼의 개수와 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출될 수 있다. 여기서, 시스템 신뢰성은 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률을 의미할 수 있다.
- [165] 데이터 복구율 및 전송 시간이 미리 설정된 기준을 만족하는지 판단할 수 있다(S340). 데이터 복구율 및 전송 시간이 미리 설정된 기준을 만족하는 경우, 해당 패킷 분배 백터를 결정할 수 있다(S350). 또한, 데이터 복구율 및 전송 시간이 미리 설정된 기준을 만족하지 않는 경우, 다시 초기 단계(S310)로 넘어갈 수 있다.
- [166] 또한, 대역폭에 대한 정보가 변경되었는지 확인할 수 있다(S360). 대역폭에 대한 정보가 변경되었다면, 변경된 대역폭에 대한 정보가 반영되도록 패킷 분배 백터를 재결정할 수 있다(S370). 여기서, 재결정은 첫번째 소스 블록을 제외한 나머지 소스 블록을 전송하기 위해 수행될 수 있다. 예를 들어, 서버와 피어의

대역폭이 감소된 경우, 대역폭의 감소량 보다 추가될 피어의 대역폭의 합이 커지도록 피어를 추가하고, 추가된 피어를 고려하여 패킷 분배 벡터를 재결정할 수 있다.

[167] 마지막으로, 패킷 분배 벡터에 따라 서버와 피어에 데이터를 분산하여 전송할 수 있다(S380). 또한, 패킷 분배 벡터에 기반하여 결정된 파운틴 코딩율에 따라 데이터를 부호화하여 전송할 수 있다. 여기서, 패킷 분배 벡터에 따라 서버와 피어에 데이터를 분산하여 전송하는 과정은 모든 소스 블록에 대한 전송이 완료될 때까지 반복하여 수행될 수 있다.

[168]

[169] 더 나아가, 사용자가 저장된 자신의 데이터를 되찾기 위한 부호화 심볼의 다운로드 과정은 다음과 같다.

[170] 사용자가 자신의 데이터를 되찾고자 할 경우 업로드 시에 부호화 심볼을 저장한 피어 정보를 기반으로 서버 또는 피어들에 저장된 부호화 심볼의 다운로드를 요청할 수 있다. 이러한 경우, 다수의 피어들과 서버에게 동시에 부호화 심볼을 다운로드 받게되며, 복구 가능한 양의 부호화 심볼이 다운로드 되면 해당 블록의 부호화 심볼 다운로드를 종료하고 다음 블록에 대한 부호화 심볼에 대해 다운로드를 시작할 수 있다. 따라서, 모든 부호화 심볼을 다운로드하여 복호화함으로써, 자신의 데이터를 획득할 수 있다.

[171]

[172] 본 발명의 실시예에 따르면, 클라우드 스토리지 시스템과 P2P 스토리지 시스템을 결합한 하이브리드 클라우드 스토리지 시스템 상에서 사용자 데이터의 프라이버시 문제를 해결하고 데이터 복구율을 향상시킴과 동시에 최소한의 전송 시간으로 데이터를 저장할 수 있다.

[173] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭을 측정하는 노드 관리부;
상기 서버와 상기 피어에 분산될 데이터의 단위를 결정하는 패킷 분배 백터와 상기 서버와 상기 피어에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코딩율을 산출하는 변수 제어부;
상기 서버와 상기 피어에 저장될 데이터에 상기 파운틴 코딩율에 따른 파운틴 인코딩을 수행하는 인코딩부; 및
상기 측정된 대역폭 및 상기 패킷 분배 백터에 기반하여 상기 서버와 상기 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하고, 상기 전송 시간에 대한 정보를 상기 변수 제어부에 전달하는 스케줄러를 포함하는, 하이브리드 스토리지 시스템.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 패킷 분배 백터는,
상기 서버와 상기 피어에 분산될 부호화 심볼을 포함하는 패킷의 개수를 나타내는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 변수 제어부는,
상기 측정된 대역폭 및 상기 전송 시간에 대한 정보를 이용하여 상기 패킷 분배 백터를 재산출하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 변수 제어부는,
데이터 복구율이 미리 설정된 기준 이상이 되도록 상기 패킷 분배 백터를 결정하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.
- [청구항 5] 청구항 4에 있어서,
상기 데이터 복구율은 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여 산출되고,
상기 디코딩 실패율은 소스 심볼의 개수와 상기 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출되며,
상기 시스템 신뢰성은 상기 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률인 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,

상기 변수 제어부는,
상기 피어에 남아있는 스토리지 공간 및 패킷에 포함되는 부호화 심볼의 개수에 기반하여 상기 서버와 상기 피어에 상기 소스 심볼의 개수 보다 작은 부호화 심볼이 저장되도록 상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.

[청구항 7]

청구항 1에 있어서,
상기 인코딩부는,
LT 인코딩을 수행하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.

[청구항 8]

청구항 1에 있어서,
상기 스케줄러는,
상기 파운틴 코딩율에 의해 인코딩된 부호화 심볼을 상기 패킷 분배 벡터에 따라 상기 서버와 상기 피어에 전송하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템.

[청구항 9]

하이브리드 스토리지 시스템을 이용하여 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 데이터를 분산하는 방법에 있어서,
상기 서버와 상기 피어의 대역폭에 대한 정보를 획득하는 단계;
상기 대역폭에 대한 정보에 기반한 패킷 분배 벡터를 결정하기 위하여 최소 패킷의 개수, 최대 패킷의 개수 및 패킷 간격의 개수를 초기화하는 단계;
데이터 복구율 및 상기 서버와 상기 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 상기 대역폭에 대한 정보에 기반하여 산출하는 단계; 및
상기 데이터 복구율 및 상기 전송 시간이 미리 설정된 기준을 만족하도록 상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계를 포함하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 10]

청구항 9에 있어서,
상기 패킷 분배 벡터에 따라 상기 서버와 상기 피어에 데이터를 분산하여 전송하는 단계를 더 포함하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 11]

청구항 10에 있어서,
상기 서버와 상기 피어에 데이터를 분산하여 전송하는 단계는,
상기 패킷 분배 벡터에 기반하여 결정된 파운틴 코딩율에 따라 데이터를 부호화하여 전송하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 12]

청구항 9에 있어서,
상기 데이터 복구율은 디코딩 실패율과 시스템 신뢰성에 기반하여

산출되고,

상기 디코딩 실패율은 소스 심볼의 개수와 상기 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수에 기반하여 산출되며, 상기 시스템 신뢰성은 상기 소스 심볼을 복원하기 위해 필요한 부호화 심볼의 개수 이상의 심볼을 획득하는 확률인 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 13]

청구항 9에 있어서,

상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계는,

상기 대역폭에 대한 정보가 변경된 경우, 상기 변경된 대역폭에 대한 정보가 반영되도록 상기 패킷 분배 벡터를 재결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 14]

청구항 13에 있어서,

상기 패킷 분배 벡터를 결정하는 단계는,

상기 서버와 상기 피어의 대역폭이 감소된 경우,

대역폭의 감소량 보다 추가될 피어의 대역폭의 합이 커지도록 피어를 추가하고, 상기 추가된 피어를 고려하여 상기 패킷 분배 벡터를 재결정하는 것을 특징으로 하는, 하이브리드 스토리지 시스템을 이용한 데이터 전송 방법.

[청구항 15]

하이브리드 스토리지 시스템에 의해 수행되는 방법에 있어서, 클라우드 스토리지의 서버와 P2P 스토리지의 피어에 대한 대역폭을 측정하는 단계;

상기 서버와 상기 피어에 분산될 데이터의 단위를 결정하는 패킷 분배 벡터와 상기 서버와 상기 피어에 저장될 데이터에 대한 인코딩을 결정하는 파운틴 코딩율을 산출하는 단계;

상기 서버와 상기 피어에 저장될 데이터에 상기 파운틴 코딩율에 따른 파운틴 인코딩을 수행하는 단계; 및

상기 측정된 대역폭 및 상기 패킷 분배 벡터에 기반하여 상기 서버와 상기 피어에 데이터가 전송되는데 소요되는 시간인 전송 시간을 산출하는 단계를 포함하는, 데이터 분산 방법.

[청구항 16]

청구항 15에 있어서,

상기 측정된 대역폭 및 상기 전송 시간에 대한 정보를 이용하여 상기 패킷 분배 벡터를 재산출하는 단계를 더 포함하는, 데이터 분산 방법.

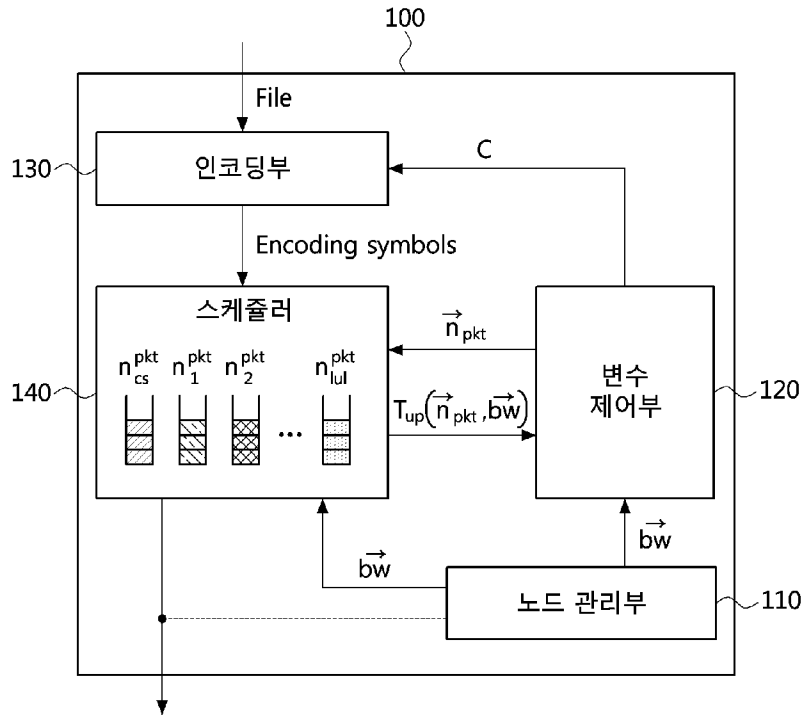
[청구항 17]

청구항 15에 있어서,

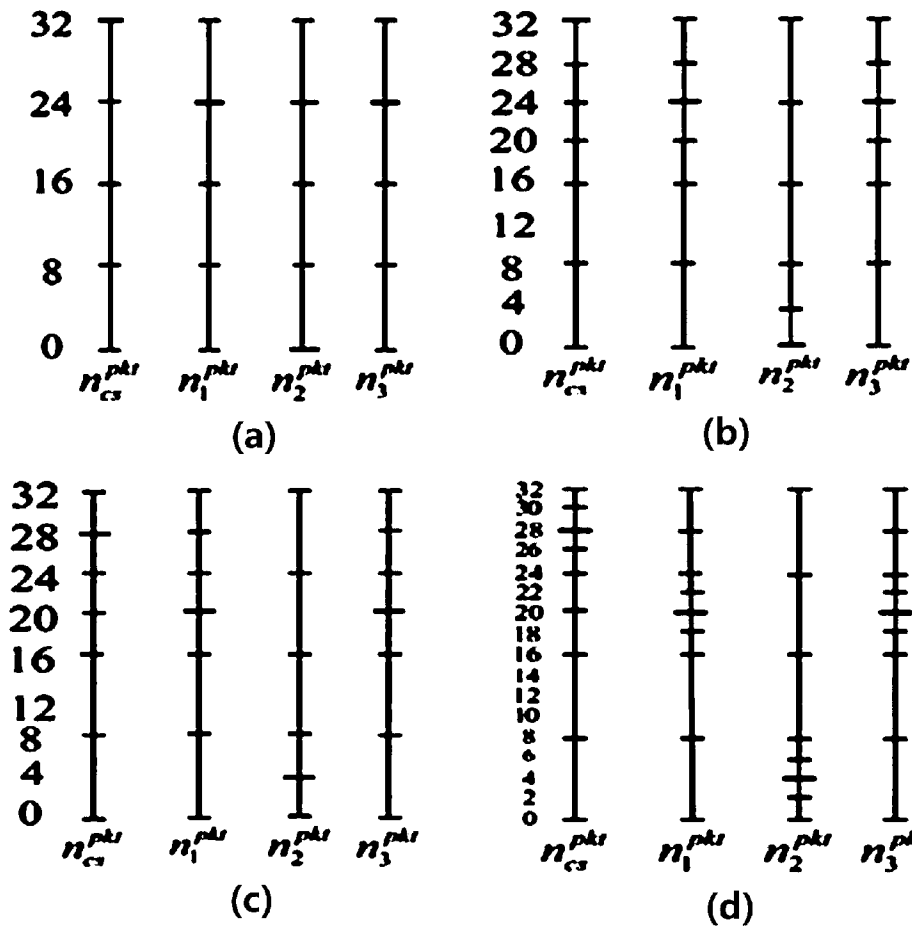
상기 파운틴 코딩율에 의해 인코딩된 부호화 심볼을 상기 패킷 분배 벡터에 따라 상기 서버와 상기 피어에 전송하는 단계를 더

포함하는, 데이터 분산 방법.

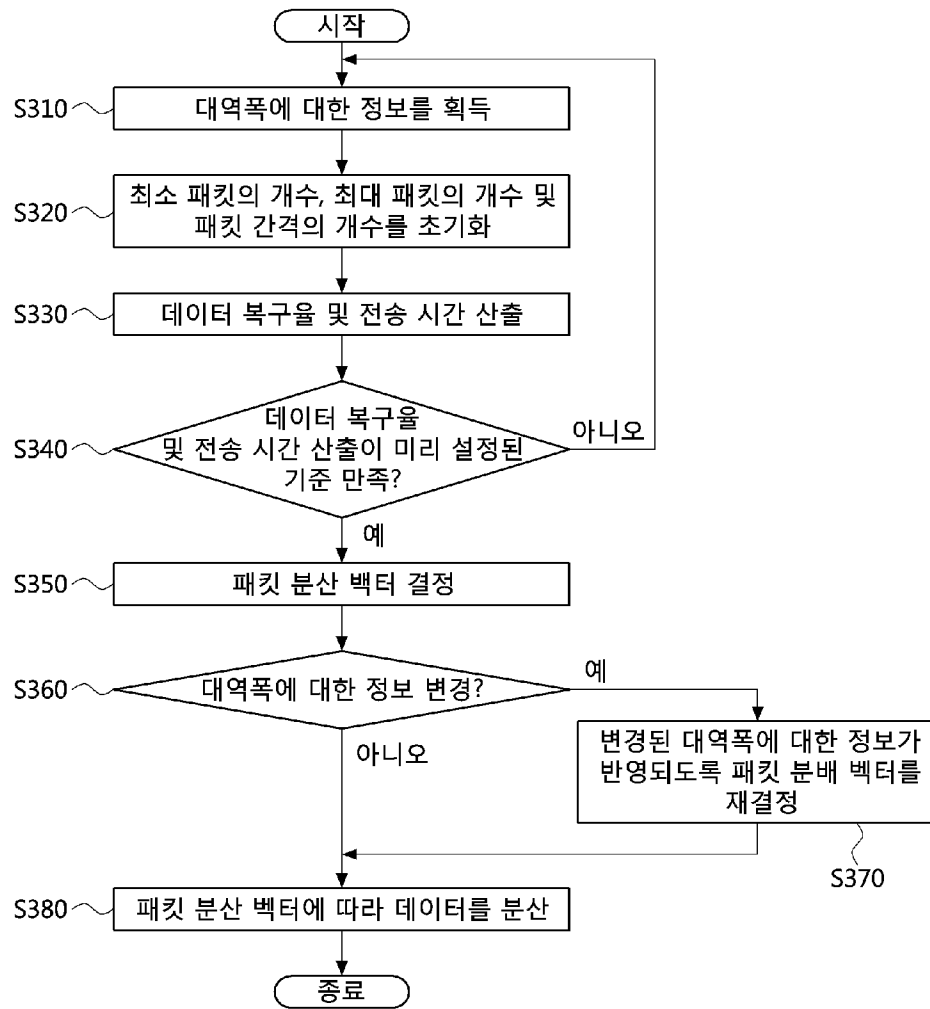
[도1]



[도2]



[도3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2015/001135**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06F 15/16(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 15/16; H04L 1/00; G06F 12/16; G06F 12/00; H04L 12/801

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: cloud storage, P2P storage, packet distribution, bandwidth, fountain encoding

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PARK, Gi Seok, Hybrid P2P and Cloud Storage System Based on Fountain Codes, POSTECH Division of IT Convergence Engineering Master's Thesis, 2013. See page 16 lines 5-11, page 21 lines 5-6, 12, page 22 lines 16-17, page 26 lines 1-9 and figure 3	1-17
A	PARK, Gi Seok et al., "A Fountain Codes-based Hybrid P2P and Cloud Storage System" In: ICT CONVERGENCE, pp. 78-79. 16 October 2013 See abstract and page 2 line 12	1-17
A	PARK, Gi Seok et al., "A Fountain Code-based P2P Storage Cloud System Considering System Stability and QoS" In: KIISE Proceedings of the Korea Computer Congress pages 1249-1951, June 2014 See introduction	1-17
A	KR 10-2011-0041222 A (LG ELECTRONICS INC. et al.) 21 April 2011 See abstract	1-17
A	US 2010-0274982 A1 (MEHR, John D. et al.) 28 October 2010 See figure 4 and paragraphs [0045]-[0048]	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 MAY 2015 (08.05.2015)

Date of mailing of the international search report

08 MAY 2015 (08.05.2015)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2015/001135

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2011-0041222 A	21/04/2011	NONE	
US 2010-0274982 A1	28/10/2010	US 8935366 B2	13/01/2015

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06F 15/16(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G06F 15/16; H04L 1/00; G06F 12/16; G06F 12/00; H04L 12/801

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:클라우드 스토리지, P2P 스토리지, 패킷 분배, 대역폭, 파운틴 인코딩

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	박기석, Hybrid P2P and Cloud Storage System Based on Fountain Codes, POSTECH Division of IT Convergence Engineering 석사학위논문, 2013. 16쪽 5-11줄, 21쪽 5-6, 12줄, 22쪽 16-17줄, 26쪽 1-9줄 및 도3 참조	1-17
A	박기석외 1인, `A Fountain Codes-based Hybrid P2P and Cloud Storage System` In: ICT CONVERGENCE, pp.78-79. 2013.10.16. 요약 및 2쪽 12줄 참조	1-17
A	박기석외 1인, `시스템 안정성과 QoS를 고려한 파운틴 코드 기반의 P2P 스토리지 클라우드 시스템` In: 정보과학회 한국컴퓨터 종합학술대회 논문집 1249-1951쪽, 2014.06. 서론 참조	1-17
A	KR 10-2011-0041222 A (엘지전자 주식회사 외 1명) 2011.04.21 요약 참조	1-17
A	US 2010-0274982 A1 (MEHR JOHN D. 외 3명) 2010.10.28 도4 및 [0045]-[0048] 단락 참조	1-17

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2015년 05월 08일 (08.05.2015)

국제조사보고서 발송일

2015년 05월 08일 (08.05.2015)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



대한민국 특허청

(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,

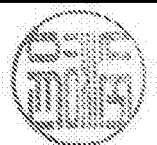
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 ++82 42 472 7140

심사관

윤혜숙

전화번호 +82-42-481-8370



국제조사보고서에서
인용된 특허문헌

공개일

대응특허문헌

공개일

KR 10-2011-0041222 A

2011/04/21

없음

US 2010-0274982 A1

2010/10/28

US 8935366 B2

2015/01/13