

플랫폼으로서의 정부(2) - 성공을 위한 기본 가이드



CONTENTS

디지털서비스 이슈리포트

- | | | |
|----|---|----|
| 01 | 플랫폼으로서의 정부 (2) - 성공을 위한 기본 가이드 | 03 |
| | 윤대균 아주대학교 교수 | |
| 02 | ‘컴포저블 기업/정부’는 무엇이고 어떻게 이루어지는가? | 12 |
| | Senior Program Manager 김영욱 | |
| 03 | 방대하고 복잡한 데이터를 시각화하는 그래프 데이터베이스 시장 현황과 분석 | 22 |
| | 서진호 인공지능 산업 전문가 & 하이테크 칼럼니스트 | |
| 04 | 2021년에 주목할 클라우드컴퓨팅 스타트업 | 34 |
| | 한상기 테크프런티어 대표 | |

본 저작물은 디지털서비스 이용지원시스템이 저작권을 보유하고 있습니다.

디지털서비스 이용지원시스템의 승인없이 이슈리포트의 내용 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

01 플랫폼으로서의 정부 (2) - 성공을 위한 기본 가이드

| 윤대균 아주대학교 교수

플랫폼으로서의 정부(GaaP: Government as a Platform)가 국가 디지털 전략의 주요 화두가 되고 있다. 본 칼럼에서는 GaaP의 배경과 개념을 소개한 이전 칼럼에¹⁾ 이어 성공적인 GaaP을 위한 기본적인 “가이드”를 소개하고자 한다. 이 얘기를 이어가기 전에 최근 발생한 사건을 우선 주목해 보자. 우리나라는 코로나 팬데믹 한가운데에서 디지털 경쟁력을 바탕으로 위기를 극복해 나아가며 전 세계의 주목을 받았다. 이런 성과를 바탕으로 2021년 6월 영국에서 열린 G7 정상회담에도 초청되어 선진국으로서의 위상을 실감하게 되었다. 그런데 지난 7월, 50대 국민의 코로나 백신 예약 대란을 맞았다. 디지털 강국이니, 선진국이니 하는 수식어를 무색하게 하는 부끄러운 상황이 발생한 것이다. 도대체 무슨 일이 있었던 것인가?

백신 예약 대란의 시사점

백신 예약 사태를 해결하기 위해 긴급히 민간기업 및 관련 공공기관이 참여하는 전담반(TF)이 구성되었다. 마침 필자도 TF 책임자와 개선 과정에서 이야기를 나눌 기회가 주어져 문제점이 무엇인지 어느 정도 파악할 수 있었다. 여기서 자세한 과정을 얘기하려 하는 것은 아니다. 해결 과정에서의 핵심을 뽑자면 첫째 민간 클라우드의 적극 활용, 둘째 서비스로서 사용자 경험에 대한 고민이다. 부하가 물리는 사용자 인증 서비스를 민간 클라우드 기업에 대부분 이양함으로써 이 과정에서의 병목현상을 제거했다. 그리고 실제 서비스를 사용하는 사용자 관점에서 어떻게 커뮤니케이션할 것인가, 즉 사용자 경험을 어떻게 개선할 것인가에 대한 많은 고민이 있었다. 그렇게 해서 나온 것이 인증 서비스 신호등이다. 최초 인증화면에 다양한 인증 서비스를 제공하고, 각 인증 서비스의 상태, 즉 부하를 신호등의 초록, 노랑, 빨강으로 구분하여 사용자가 선택하게 함으로써 자연스럽게 부하를 분산시킬 수 있도록 했다.

이 과정에서 민간기업이 담당하는 서비스 개발 전 과정이 공유되어 속도를 낼 수 있었다. 물론 중간중간 주요 마일스톤에서의 테스트도 적절히 이루어졌다. 서버 및 네트워크 증설도 이런 협업 기반하에 규모가 결정되어 짧은 시간에 서비스를 완성할 수 있었다.

1) 디지털서비스 이슈리포트 “플랫폼으로서의 정부(1) - 배경 및 개념”, 2021년 7월

디지털서비스 이슈리포트

민간기업의 적극적인 지원과 질병관리청 담당자들의 헌신적인 노력, 그리고 전체 TF 리더로서 거버넌스 체계를 잘 관리한 관계 기관의 노력으로 인해 전 국민 대상 백신 예약 서비스는 순조롭게 운영되고 있다. 사태 발단을 초래하게 된 배경, 그리고 해결 과정에서 드러난 이슈들은 한결같이 정부 서비스가 플랫폼으로서의 제 기능을 충분히 하지 못한 것으로 귀결된다. 왜 폭주하는 트래픽을 충분히 예상할 수 있었음에도 불구하고 이에 대한 사전 대응체계가 전혀 동작하지 않았을까? 아마도 질병관리청 내부에서는 당연히 트래픽 증가를 예측하고 나름 서버 증설 등 물리적인 준비는 했을 것으로 판단한다. 다만, 트래픽 증가를 포함하여 예측 가능한 최악의 시나리오에 대해 충분히 고려하지 못한 것이다. 한 예를 들면 정해진 예약시간을 우회한 예약 시도로 인해 예약 대기열 시스템이 불능 상태에 빠진 것이다. 민간 서비스에서는 이런 예기치 못한 상황까지 고려하여 본격 서비스 전 알파/베타 서비스를 실시한다. 여기에 화이트 해커들을 활용하여 서비스(시스템) 취약점을 사전에 가능한 한 많이 발견하기 위한 과정이 서비스 출시 전 프로세스에 들어가 있다. 베타 서비스 운영은 차치하고라도, 시빅 화이트 해커들을 동원한 취약점 분석만 있었어도 지난 최악의 대란은 막을 수 있었을 것이다.

질병관리청이 보관하고 있는 데이터가 매우 민감한 개인정보이고, 이를 안전하게 유지하는 것은 무엇보다 중요하다. 질병관리청 서비스는 “아마도” 이러한 점을 고려하여 다중 보안 레벨이 적용된 아키텍처로 만들어져 있을 것이다. 이 구조를 개방하고, 더 나아가 소스 코드까지 공개하였다면 우리의 뛰어난 시빅 해커들이 집단지성의 힘을 발휘하여 더 많은 잠재된 문제점들을 발견하고 해결책까지 제시할 수 있었을 것이다. 소스 코드 공개를 마치 보안을 해제하는 것으로 착각하는 사람들이 있다. 소스 코드를 통해 취약점 분석을 할 수 있는 수준이라면, 진정한 해커들은 소스 코드가 없어도 얼마든지 보안에 위협을 가할 수 있다. 데이터 보안의 가장 기본인 암호화를 위해 흔히 사용하는 MD5나 SHA256 해싱 같은 것도 오픈소스를 가지고 얼마든지 분석할 수 있지만, 그렇다고 해싱 값으로 원 데이터를 유추하는 것은 여전히 불가능하다. 플랫폼으로서의 역할을 제대로 하기 위해 가장 중요한 덕목은 개방이다.

이번 개편된 백신 예약 서비스에서 눈에 띄이는 것이 본인 인증 서비스이다. 네이버, 카카오, 이동통신사 등 대기업 인증서를 포함한 다양한 본인 인증 서비스를 사용자가 선택하게 한 것이다. 본인 인증에서부터 답답하게 막혀 있던 이전 예약 대란 때의 경험을 해결하고자 다양한 인증 방식이 도입되었다. 각각 인증 서비스 운영사에도 예상되는 트래픽을 충분히 감당할 수 있도록 대응을 요청했다고 한다. 이들 대기업은 이미 클라우드 기반으로 인증 플랫폼을 운영하고 있었기 때문에 그리 어려운 대응이 아니다. 이러한 인증 서비스는 이미 플랫폼 서비스로 일반에 제공되고 있다. 최근 시장에 출시되는 많은 서비스는 이러한 인증 플랫폼을 활용하고 있다. 본인 인증뿐만 아니라 “소셜 로그인” 형태로 아예 사용자 계정관리의

디지털서비스 이슈리포트

핵심 기능을 대신하기도 한다. 만일, 질병관리청이 내부에서 관리하는 백신 접종 정보에 접근할 수 있는 안전한 통로를 API(Application Programming Interface) 형태로 제공했다면, 그리고 이를 개방하였다면 민간 개발자들이 이미 플랫폼으로 제공되는 다양한 인증 방식을 활용하여 훨씬 유연하고 사용성이 높은 백신 예약 서비스가 제공될 수 있었을 것이다. 상상하지 못하는 혁신적인 기능이 도입되었을 수도 있다. 공공서비스가 플랫폼으로서 역할을 제대로 한다면 백신 예약 대란이 발생하였다고 하더라도 시빅 해커들이 팔을 걷어붙이고 힘을 모아 문제를 더 빨리 해결했을 것이다. 작년 마스크 대란 때 시빅 해커들의 집단지성을 모아 해결한 것을 잊지 말아야 한다. 건강보험관리 공단의 시스템을 일부 개방하고 마스크 수급과 관련된 정보를 모아 공유할 수 있도록 한 정부의 플랫폼으로서의 역할이 빛을 발한 것이다.

공공문제 해결을 위해 집단지성의 힘을 활용한 2020년도의 마스크 앱 같은 훌륭한 예가 있음에도 불구하고 백신 예약 대란을 예방하지 못한 것은 무척 아쉬운 일이다. 팀 오라일리(Tim O'reilly)는 웹2.0에서 비롯된 Gov2.0(Government 2.0)에서는 도시/국가 문제 해결에 집단지성을 활용하는 것이 일상화되고 이를 위해서 정부는 “이네이블러”로서의 역할이 중요하다고 강조했다.²⁾ 시민이 세금을 내면 정부는 서비스를 제공한다는 개념의 “자판기 정부”(Vending Machine Government)가 아닌, 플랫폼으로서의 정부(GaaP) 역할을 충실히 함으로써 정부가 직접 만들지 못할 혁신적인 서비스를 시민이 누리게 하고, 또한 백신 예약 대란 같은 예기치 못한 상황이 닥쳤을 때 정부가 제공하는 플랫폼을 활용하여 민간 개발자(또는 시빅 해커)가 직접 해결하도록 하는 것이 GaaP이 추구하는 비전이다.

성공적인 GaaP을 가이드

팀 오라일리는 성공적인 “컴퓨터 플랫폼” 경험을 통해 얻은 교훈을 나열함으로써 GaaP이 지향해야 할 바를 간접적으로 제시하였다. 이는 필자의 지난 칼럼에서 소상히 소개한 바 있다. 팀 오라일리는 이러한 레슨에 기반한 GaaP 실행단계에 고려하여야 할 사항들 또한 제시하였다. 2010년 웹2.0 또는 Gov2.0이 주목을 받던 시기에 논의된 것이지만, 지금도 대부분 유효하다고 판단된다. 디지털 관련 정책을 수립하는 위치에 있다면 과연 우리 기관은 어떤 단계까지 와 있는지 비교하며 검토해 보는 것도 유의미하다. 팀 오라일리가 제시한 내용을 기초로 필자의 의견을 더하여 GaaP을 위한 실행 가이드를 다음과 같이 6가지로 정리해 보았다.

2) Tim O'reilly, “Government as a Platofrm”, 2010

디지털서비스 이슈리포트

1. 개방과 공유를 위한 실행 지침을 만든다

정부 기관이라면 당연히 “정부지침”이 될 것이다. 중앙정부가 될 수 있고 지방자치 정부도 될 수 있으며, 사실상 모든 공공업무를 수행하는 기관이 주체가 될 수 있다. 팀 오라일리는 2010년 당시 샌프란시스코 시장이었던 개빈 뉴섬(Gavin Newsom: 2021년 현재 캘리포니아 주지사)이 만들었던 오픈 데이터 실행 지침(Open Data Executive Directive)을 모델로 예를 들었다. 이는 오바마 정부에서 정부 데이터는 기계가 해독할 수 있는 상태로 개방해야 한다는 실행 명령의 기초가 되었다.³⁾ 우리나라는 공공데이터 전략위원회라는 기구를 두어 관련 지침 및 시행령 등을 제정하고 있다. 이에 대해서는 추후 좀 더 자세히 살펴보도록 하겠다. 이러한 지침을 만드는 데에는 기본 원칙과 철학이 필요하다.

2. 데이터를 기반으로 한 서비스 중심의 구조를 지향한다

데이터를 개방함으로써 이를 기반으로 한 다양한 서비스가 활성화될 수 있도록 해야 한다. 즉 데이터와 이를 활용하는 서비스를 분리함으로써 다양하고 혁신적인 서비스가 데이터 기반(data-driven)으로 나올 수 있다는 뜻이다. 로빈슨 등이 오바마 정부 출범 당시 발표한 논문⁴⁾에서는 인터넷 시대의 정부의 투명성을 강조하며 정부는 데이터를 투명하게 공개하고 일반 시민은 민간이 만드는 서비스를 통해 이 데이터에 접근할 수 있도록 하는 것이 바람직하다고 주장하고 있다. 이를 기술적으로 풀어 표현하면 데이터와 이를 활용하는 상호작용(interaction)을 분리하는 것이다. 여기서 말하는 “상호작용”이란 매우 광범위한데, 단순히 데이터를 열람하는 것뿐만 아니라, 데이터를 소비하기 위한 모든 방식을 포함한다. 예를 들어 초기 야후 서비스처럼 디렉토리 기반으로 필요한 데이터를 찾을 수도 있고, 구글처럼 검색을 통해 직접 찾을 수도 있으며, 최근에는 인공지능의 발전으로 사용자가 필요한 데이터를 알아서 제시할 수도 있다. 이 밖에도 서비스 카테고리에 따라 다양한 방식의 데이터 접근이 가능한데, 이를 위해서는 데이터만 따로 “잘” 제공하는 것이 정부가 할 일이란 것이다. 이를 더욱 명확히 전달하기 위해 이 논문의 핵심 문장을 그대로 옮겨와 보았다.

Rather than struggling as it currently does to design sites that meet each end-user need, it should focus on creating a simple, reliable and publicly accessible infrastructure that “exposes” the underlying data. Private actors, either nonprofit or commercial, are better suited to deliver government information to citizens and can

3) The White House, “Executive Order -- Making Open and Machine Readable the New Default for Government Information”, May 09, 2013

4) Yale Journal of Law & Technology., “GOVERNMENT DATA AND THE INVISIBLE HAND”, 2009, by Robinson et al.

디지털서비스 이슈리포트

constantly create and reshape the tools individuals use to find and leverage public data.

데이터의 개방은 점진적으로 이루어지는 것이 자연스럽다. 개별 팀, 산하기관, 기초단체, 광역단체, 중앙부처 등 모두에서 기본 원칙을 반영한 지침에 따라 데이터 개방이 이루어져, 결국 정부 전체를 아우르는 데이터와 이를 활용할 수 있는 인프라가 갖춰진다. 우리나라나 미국의 공동데이터포털이 이런 방식으로 구축되어 운영되고 있다. 그러나 과연 기본 원칙이 제대로 지켜지고 있는지는 다시 한번 돌아볼 필요가 있다.

3. 정부 데이터 개방의 기본 원칙을 숙지한다

정부 데이터를 개방하면서 고려해야 할 기본 원칙이 매우 중요하다. 2007년 12월 캘리포니아의 작은 도시 세바스토폴(Sebastopol)에 정부 데이터 개방을 주장하는 30인이 모여 만들었다는 정부 데이터 개방의 8가지 원칙과 이후 추가된 원칙을 살펴보자.⁵⁾

우선 처음 제시되었던 8가지 원칙이다.

- 완전한(Completeness): 모든 공공데이터가 개방되어야 한다. 만일 디지털화 되어있지 않은 공공데이터라면 가능한 이를 디지털화하여 공개하여야 한다. 여기서 “공공데이터”라고 함은 프라이버시 침해, 또는 특별히 접근 제한이 필요한 보안데이터 등을 제외한 모든 데이터를 말한다.
- 원본의(Primary): 가능한 원 소스로부터 확보한 데이터이어야 하며 파편화되지도 않고 수정되지 않은 데이터이어야 한다.
- 즉시의(Timely): 데이터의 가치가 극대화될 수 있도록 생성 즉시 공개되어야 한다.
- 접근 가능한(Accessible): 가능한 많은 사람이 다양한 용도로 활용할 수 있도록 인터넷을 통해 접근 가능해야 한다.
- 기계처리 가능한(Machine Processable): 일정 수준의 구조화된 데이터로 공개되어 자동으로 이를 처리할 수 있어야 한다.
- 차별적이지 않은(Non-discriminatory): 별도의 등록 과정을 거치지 않아도 누구나 데이터를 활용할 수 있어야 한다. 또한 익명으로 데이터 접근이 가능해야 하며 찾을 수 없는 곳에 숨겨 놓아서는 안된다.
- 특정 포맷은 지양하는(Non-proprietary): 특정 그룹만 알 수 있는 포맷으로 구성되어 결과적으로

5) <https://opengovdata.org/>

디지털서비스 이슈리포트

데이터를 제대로 활용할 수 없도록 하는 일은 없어야 한다. 만일 누군가 소유권을 주장할 수 있는 포맷이라면, 설사 이 포맷이 널리 알려져 다른 사용자들이 얼마든지 활용할 수 있다고 하더라도 이런 방식은 지양해야 한다는 뜻이다. 그런 의미에서 우리나라 정부에 만연해 있는 “hwp” 사용을 금지하기 위한 심각한 논의가 필요하다.

- 라이선스 없는(License-free): 저작권이나 특허 혹은 상표권, 영업 비밀 등 공공데이터로 공개되어서는 곤란한 것들은 최소한으로 잘 걸러내어야 한다. 데이터 생성 시점부터 공공 도메인임을 명시하여 안심하고 자유롭게 활용하는 것이 바람직하다.

발표 당시 논의에서 빠졌거나 혹은 좀 더 부연 설명이 필요한 것, 그리고 시대가 지나며 추가된 7가지의 정부 데이터 개방 원칙은 다음과 같다.

- 온라인에서 무료로 제공되는(Online & Free): 인터넷에서 무료로 제공되어야 한다. 만일 데이터를 재생산하는데 드는 어쩔 수 없는 비용이 있다면 최소화하여야 한다.
- 영속적인(Permanent): 인터넷상의 안정적인 사이트에서 가능한 오랫동안 - 기왕이면 무한히 - 제공되어야 한다.
- 신뢰할 수 있는(Trusted): 8가지 원칙 중 원본 또는 원본에 가까운 데이터를 보완하는 의미로, 공개된 데이터가 신뢰할 수 있어야 함을 의미한다. 디지털 서명 등을 활용하여 변조되지 않은 데이터임을 증명할 수 있어야 한다. 다만, 이는 원본 데이터에 해당하는 것이며, 이를 활용하는 경우 서비스에 맞게 수정은 가능하다. 다만, 이는 원본 데이터가 아님을 분명히 밝혀야 할 것이다.
- 개방을 기본으로(A Presumption of Openness): 공공데이터를 개방한다는데 개방을 또 기본으로 한다는 말이 다소 혼란스러울 수 있다. 이는 개방을 더욱 강조하기 위한 것으로, 모든 공공데이터가 기본적으로(by default) 개방되어야 함을 다시 한번 강조한 것이다. 이는 생성되는 데이터에 대해 공공데이터로 개방하지 못한다면 그 이유에 대해 매우 까다롭게 따져야 한다는 뜻이며, 또한 명확하게 이렇게 “따지는” 절차를 반영해야 한다는 의미이다.
- 문서화된(Documented): 데이터를 공개하며 이 데이터의 의미 포맷 등 데이터 활용을 위해 필요한 “충분한” 정보를 문서화 하여 제공해야 한다.
- 안전한(Safe to Open): 안전하게 문서를 오픈할 수 있어야 한다. 좀 더 구체적으로는, 이러한 문서에 “실행 가능한” 부분이 절대 없어야 한다는 뜻으로, 스크립트나 특정 플랫폼에서의 실행 파일 같은 것이 포함되어있지 않아야 한다. 이런 실행 가능한 데이터는 위/변조 시 매우 심각한 보안 위협을 초래할 수 있다.
- 일반 대중의 의견을 청취하는(Designed with Public Input): 공공데이터가 필요한 일반 대중이

디지털서비스 이슈리포트

야말로 무엇이 필요한지 가장 잘 알고 있다. 따라서 늘 대중의 목소리에 기울이며 공공데이터를 설계하여야 한다.

4. 자체적으로 무언가를 개발할 경우 개방성과 공유를 우선해야 한다

정부에서 직접 개발하는 웹사이트 혹은 애플리케이션이 있다면, 이는 공개된 데이터와 마찬가지로 개방된 시스템을 활용하는 것을 우선 고려해야 한다. 정부는 데이터를 개방하고 이를 기반으로 한 애플리케이션은 민간이 주도한다는 것이 GaaP이 추구하는 궁극적인 목표이지만, 정부에서 직접 개발을 주도하여 공공 데이터 및 정부 제공 서비스를 더 잘 활용할 수 있도록 할 필요도 있다. 이때 개발하는 시스템도 가능한 개방된 시스템을 활용해야 한다는 것인데, 오픈소스와 퍼블릭 클라우드 활용이 이에 해당한다. GaaP 관점에서는 공공 PaaS(Platform as a Service) 개발 시 특히 중점적으로 고려해야 할 부분이다.

오픈소스를 최대한 활용하여 개발하고, 무엇보다도 새로이 개발된 서비스 활용을 위한 인터페이스 즉 API(Application Programming Interface) 설계를 제대로 해야 한다. 공공데이터는 있는 그대로 개방하여 누구나 활용할 수 있도록 하는 것이 기본이지만, 공공데이터에 좀 더 쉽고 안전하게 접근할 수 있도록 API를 제공하는 것도 함께 고려하여야 한다. 이를 통해 개발자 커뮤니티가 활성화될 수 있으며 나아가 생태계 확산에 이를 수 있다. 웹사이트 구축에도 이러한 개방성이 적용되어야 한다. 웹 표준을 준수하여 기기에 따른 불편을 최소화하고, 가능한 많은 정보를 기기 내에서 소비할 수 있도록 설계해야 한다. 정부 문서 열람 시 스마트폰에서도 충분히 내용을 파악할 수 있도록 인쇄용 포맷의 문서뿐만 아니라 텍스트나 표준 웹 문서가 함께 제공될 수 있도록 하는 것을 예로 들 수 있다.

또한, 무엇보다 중요하며 정부 기관에서 가장 취약한 부분인 “라이프사이클” 운영이다. PaaS든 웹사이트든 만들어 놓는 것보다 이를 안정적으로 운영하는 것이 더욱 중요하다. 구축보다는 더 많은 예산을 운영에 투입해야 한다. 만일 민간이 운영할 수 있다면 그렇게 하는 것이 더 바람직할 수 있다. 데이터도 변하고, 요구사항도 매우 빠르게 변화하는데 이에 대한 대응을 시의적절하게 하지 못한다면 죽은 서비스나 마찬가지이다. 기획, 구축, 운영 이 세 중요한 단계에 대해 구체적인 작업명세와 이에 따른 예산 및 인력 배정이 확실하게 이루어져야 한다.

5. 앱을스토어를 중심으로 한 생태계를 구축해야 한다

정부에서 개발한 서비스 및 애플리케이션 스토어를 구축 운영해야 한다. 당연히 민간에서 개발한 서비스도 이 스토어에서 제공되어야 한다. 현재, 영국이나 우리나라에서도 디지털 서비스 마켓플레이스라는 것이 제공되고 있다. 문제는 공공기관에서 이를 적극적으로 활용해야 한다는 것이다. 우리나라의 클라우드

디지털서비스 이슈리포트

컴퓨팅 발전 기본계획에도 디지털 서비스 마켓플레이스가 꽤 중요한 비중을 차지하고 있다. 이제 각 공공기관에서는 이를 어떻게 더욱 적극적으로 활용할 것인지 고민하여야 하며, 이 결과가 기관의 평가에도 반영되어야 할 것이다.

6. 알리고 자랑하고 물어보아야 한다

내가 속한 기관 혹은 지자체, 부처에서 하는 일에 대해서는 늘 공개하고, 특히 잘한 일들은 적극적으로 알려 자랑하는 것이 일하는 방식에 녹아 있어야 한다. 우선 연관 부서나 인접 지자체가 될 수도 있고, 더 작게는 부서 내 다른 동료일 수도 있다. 더 나아가서는 정부 기관이 아닌 민간까지 확대해야 한다. 여기서 “알린다”라는 것은 홍보를 말하는 것이 아니다. 가장 확실하게 알리고 공유하는 방식은 개발 결과를 오픈소스로 공개하는 것이다. 다른 기관과 공통 클라우드 플랫폼을 구축하여 활용하는 것도 한 방법이다.

한편, 도움이 필요한 경우는 항상 커뮤니티를 통해 답을 구하는 자세가 필요하다. 이를 위해서는 물론 내 일을 공유하는 것이 선제조건이다. 관련 부서나 지자체, 오픈소스 커뮤니티 등 적극적으로 문제 해결 방안을 찾는 것에 절대 주저하지 말자. 코드 포 코리아(Code for Korea)와 같은 시빅 해커 커뮤니티를 적극적으로 활용하는 것도 좋은 방법이다.

공공기관에서 일하는 사람들이 소셜미디어를 적극적으로 활용할 수 있는 환경이 필요하다. 각자 전문 분야에서의 커뮤니티 활동을 통해, 자연스럽게 민간에서 필요로 하는 요구사항을 파악할 수 있으며, 반대로 공공부문에서 풀어야 할 숙제를 함께 해결할 수도 있다. 온라인 커뮤니티 활동의 연장선으로 밋업, 해커톤, 부트캠프와 같은 활동들에 대한 지원을 강화할 필요가 있다. 공공기관에서 절대적으로 부족한 활동이 “데브렐(DevRel)”이다. 대부분 민간기업이 DevRel(Developer Relation) 활동을 운영을 위해 전담 부서를 두고 있는 것에 비하면, 정부 기관은 이런 활동이 매우 취약하다. 성공적인 GaaS를 위해선 공격적인 DevRel 활동이 필요하다. 특히 공공데이터를 운영하는 기관이라면 반드시 갖추어야 할 기능이다.

정리하면

이런 가이드가 아무리 잘 갖추어져 있다고 하더라도 이를 구현할 수 있는 장치가 제대로 갖추어져 있지 않다면 아무 의미가 없다. 위와 같이 정리된 내용을 기반으로 각 기관의 관련 프로세스에 상세하게 녹여 넣는 것이 관건이다. 각각에 대해 구체화하여 실무에서 활용할 수 있는 명확한 명세서를 만드는 것도 한

디지털서비스 이슈리포트

방법이다. 명세서를 상황별로 분류하여 특정 상황에서는 반드시 참조하여 확인된 결과를 첨부하도록 하는 방식도 가능하다. 특히 위 3번 데이터 개방 원칙은 이런 식으로 정리하여 바로 실무에 적용할 수 있을 것으로 보인다. 그러나, 너무 세부적인 요건에 치중하다 보면 GaaP이 지켜야 할 기본 원칙과 멀어질 가능성도 있다. 늘 두 질문을 끊임없이 반복함으로써 GaaP을 지향하는 원칙에 충실할 수 있도록 해야 한다.

- 데이터를 공개할 수 없는 이유가 무엇입니까?
- 왜 지금 개발해야 합니까?

본 칼럼에서 소개한 기본 가이드만으로도 GaaP 구현을 위한 중요한 실행 방안이 도출될 수 있다고 생각한다. 하지만 보다 성공적인 GaaP을 위해서는 세부적으로 고려하여야 할 사항들이 꽤 많다. 하버드 케네디 스쿨에서 2019년에 발간한 책자⁶⁾에서는 GaaP 구현을 위해 필요한 사항을 비교적 상세하게 제시하고 있다. 여기에는 사용자에 대한 이해부터 플랫폼 선택, 디자인, 부처 간 조율, 자본조달 및 운영, 거버넌스 등 공공기관 관점에서의 운영에 필요한 제반 사항들을 언급하고 있다. 이에 대해서는 다음에 사례와 함께 정리하여 소개해 보겠다.

6) Ash Center for Democratic Governance and Innovation “Playbook: Government as a Platform”, Nov. 2019

02 ‘컴포저블 기업/정부’는 무엇이고 어떻게 이루어지는가?

| Senior Program Manager 김영욱

구성 가능하게 만드는 통합

오늘날의 기업이나 정부는 고객의 요구사항에 따라 제품과 서비스 방향을 신속하게 전환할 수 있어야 생존할 수 있다. 성공적인 비즈니스가 되려면, 세계의 지역과 산업에 상관없이 경쟁에 빠르게 대처하고 적응할 수 있으며, 핵심 역량을 활용하여 새로운 방식으로 자신을 확장할 수 있어야 한다. '컴포저블 기업 (Composable Enterprise)' 즉 구성 가능한 기업이라는 키워드가 2021년 유행어처럼 번지고 있다. 클라우드, 개방형 API 및 데이터 분석을 기반으로 모바일 및 소셜 기술 활용에 능통하고 사물 인터넷에 연결된 이러한 기업은 시장을 재정의하고 소비자의 기대치를 높이고 있다.

가트너는 2021년 전략기술 트렌드⁷⁾에서 '구성 가능한(composable) 방식'을 적용한 조직은 새로운 조직 기능 구현 속도에서 2023년까지, 약 80%의 경쟁 우위를 확보할 수 있다.라고 이야기한다. 여기에서 '구성 가능한(composable) 방식'이라고 한 부분은, 이전의 시스템을 정의한 계층적이고 타이트하게 연결된 시스템과 프로세스를 버리고 새로운 시대의 기술 혁신이 고객과 시민에게 어떻게 서비스를 제공할 수 있는지에 대한 색다른 접근법을 이야기한다. 쉽게 정리하면, 컴포저블 기업이나 정부가 되기 위해서는 프로세스, 비즈니스와 애플리케이션의 구성을 떼었다 붙였다 모으기도 해체하기도 가능한 형식으로 컴포저블하게 만들어야 한다는 것이다.

이 목표를 실현하기 위해서는 기업이나 정부 조직에서 보유한 시스템, 애플리케이션 및 데이터를 연결하는 통합 작업이 핵심적인 역할을 한다. 최근 커넥티비티 벤치마크 리포트⁸⁾(Connectivity Benchmark Report)는 90%의 기업에서 데이터가 중앙에서 관리되거나 통제되지 않고 흩어져 있는 사일로 현상을 가장 큰 과제로 삼으며, 87%는 통합 문제를 디지털 전환을 실현하는 데 장애물로 지적하고 있다.

7) Gartner, Top Strategic Tech Trends for 2021

8) MuleSoft, 2021 Connectivity benchmark report

디지털서비스 이슈리포트



그림 1 기업 내 IT 자산 통합의 어려움 (출처: MuleSoft)

통합 작업의 어려움에도 불구하고, 컴포저블 기업으로의 전환은 비즈니스의 종류나, 레거시 시스템의 보유량, 또는 현재 프로세스가 얼마나 불투명한지에 관계없이 당장 시작할 수 있다. 디지털 혁신은 하루 아침에 이루어지는 것이 아니라 조금씩 변화가 이루어짐에 따라 긍정적인 효과가 느끼고 되먹임되어 그 속도가 증가하는 것이다. 이러한 전환을 위해 필요한 것은 새롭게 일하는 시스템과 프로세스를 적극적으로 받아들이는 마인드셋과 기술과 비즈니스 업무 지식 공유에서 나오는 가치 경험이다. 이러한 혁신은 효율성과 비용 절감 효과 이상을 제공하며, 더 많은 사람의 디지털 참여와 분석적 의사결정을 통해 기업과 정부 조직에 경쟁력을 제공할 것이다.

컴포저블 기업(Composable Enterprise)란 무엇인가?

컴포저블 기업은 무게감을 한껏 낮춘 비즈니스 프로세스와 효과적인 애플리케이션 구조를 갖춘 기업으로써 끊임없이 변화하는 비즈니스 요구사항에 맞춰 기술 솔루션을 신속하게 대응할 수 있어야 한다. 비즈니스 프로세스는 외부 공급자가 제공하는 API 또는 회사의 내부 데이터를 통한 마이크로서비스 기반으로 구축된다. 이 서비스들은 API를 통해 연결되는데, 그것은 마치 하나하나를 붙였다 떼기를 쉽게 할 수 있는 구성이다. 이것을 컴포저블 애플리케이션이라고 하는데, 이해를 돕기 위해 시대에 따른 기업의 핵심 디지털 서비스의 진화 과정을 살펴보자. (그림 2)⁹⁾

9) Gartner Webinar, "The Future of Applications & The Composable Enterprise". May 7, 2020

디지털서비스 이슈리포트

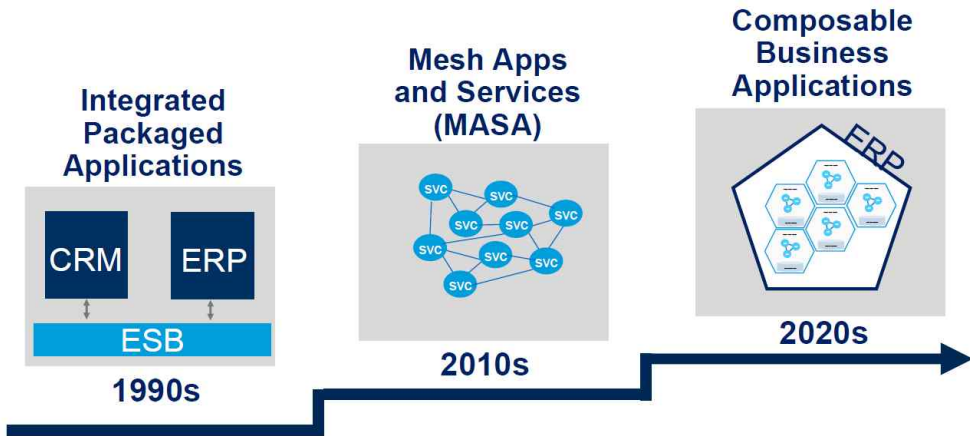


그림 2 비즈니스 애플리케이션의 진화 (출처: 가트너 웨비나)

애플리케이션 간 통합 시도는 1990년대부터 시작한다. 엔터프라이즈 서비스 버스(ESB: Enterprise Service Bus)라는 통합플랫폼을 설치하여 서로 다른 비즈니스 애플리케이션 간 커뮤니케이션과 데이터 통합을 시도하였다. 그러나 애플리케이션이 일체식(monolithic)으로 구성되어 모듈화되어 있지 않고, 단독으로만 동작하는 구조이므로 통합을 이루는 구성요소는 애플리케이션에서 생성되는 메시지 정도였기에 통합에 한계가 많았다.

2010년대에 들어와 클라우드 도입이 본격화되고, 그에 따른 발달된 애플리케이션 아키텍처가 나타나면서 작은 서비스 연결로 동작하는 MASA(Mesh App and Service Architecture) 애플리케이션이 등장한다. 최고 기술자들에 의해 설계된 이 마이크로서비스의 단점은 주로 애플리케이션 내에서만 동작한다는 점이다. 중복되고, 공유할 수 있는 서비스들을 모아서 효과적이고 모듈화된 비즈니스 애플리케이션을 원하는 비즈니스 전문가들의 요청에 마이크로서비스 솔루션은 만족하기 힘든 구조였다. 다시 말하자면, IT 기술 전문가들에 의해 설계된 마이크로서비스 구조는 소프트웨어 디자인의 탁월함과 확장성에는 기여도가 크고, 명령과 조회의 책임을 분리하는 CQRS(Command and Query Responsibility Segregation)에서는 효과적이지만, 비즈니스의 우선순위는 아니었다.

시간이 지나면서 현재의 비즈니스 기능성 중심으로 마이크로서비스를 패키지화한 PBC(Packaged Business Capabilities)가 나타난다. 모듈화된 서비스를 비즈니스 프로세스에 맞게 조합하여 하나의 작은 패키지로 동작하게 한다는 개념이다. 마이크로서비스의 우수한 기술 아키텍처를 그대로 살리면서 비즈니스 우선순위에 맞추어 조합된 구성을 제공하는 접근법이다.

디지털서비스 이슈리포트

비즈니스 프로세스에서 컴포저블 애플리케이션 사용을 기본으로 하는 컴포저블 기업의 특성은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 비즈니스 프로세스는 API에 의해 구성된다.
- API를 통해 파트너와 고객에게 조직 프로세스와 데이터를 개방한다.
- 비즈니스 사용자는 필요에 따라 프론트 앤드 애플리케이션을 만들고 데이터에 액세스할 수 있다.
- 아키텍처 및 인프라는 확장성이 뛰어나고 온디맨드 방식으로 새로운 비즈니스 플로우 및 요구사항을 수용할 수 있다.
- 기술 솔루션은 상향식 하향식 모두 설계할 수 있다.
- 모든 구성 가능 요소의 기술 보안은 전체 인프라에 걸쳐서 구현된다.

이 새로운 유형의 기업은 변화하는 고객 현실과 요구사항에 빠르게 적응하며 기존에 사용했던 단일 유형의 기술에 의존하지 않는다. 즉 컴포저블 기업의 기반이 되는 IT 시스템은 분산되어 있지만 협업이 가능한 구조이다. 과거에는 기업 IT 시스템 아키텍처가 요구사항을 충족하기 위한 시스템 주문 및 구축, 보고서 작성 및 제공, 시스템 문제 해결 등 사후 대응을 위해서 작업을 수행했다면, 새로운 컴포저블 기업의 IT 시스템의 역할은 기존 역할에, 사전 예방적 제안과 혁신을 장려하는 역할까지 부가적으로 수행할 수 있다. 많은 서비스와 기능이 사전 구축, 사전 테스트 및 즉시 사용할 수 있으므로 기존 사용하던 전통적인 시스템 설정보다 훨씬 빠른 속도로 애플리케이션과 데이터를 구축하고 구현할 수 있다.

API, 가상화 및 클라우드를 기반으로 구축된 디지털 서비스의 증가로 인해 기업이 애플리케이션을 바라보는 시각과 엔터프라이즈 IT를 처리하는 방식이 변화하고 있다. 이제 조직은 다양한 내부 및 외부 API에서 필요한 기능을 조합할 수 있을 뿐만 아니라 신속하게 새로운 API를 만들 수도 있다. 끊임없이 변화하는 비즈니스 요구사항에 따라 API를 추가 및 폐기할 수 있다.

컴포저블 기업을 구성하는 서비스는 복잡한 비즈니스 애플리케이션부터 스토리지 및 보안과 같은 기술 서비스, 모바일 애플리케이션 등 광범위한 애플리케이션과 기능을 모두 포함한다. 컴포저블 기업에서 새로운 비즈니스 애플리케이션 개발은 하향식의 전통적인 방법도 가능하지만, 조직의 모든 레벨에서 개발자 및 비즈니스 사용자의 활동과 참여로 더욱 강화될 것이다. 기존의 한 덩어리 구성이었던 비즈니스 프로세스가 세분화된 기능으로 분해되어 제공된다.

디지털서비스 이슈리포트

컴포저블 기업의 아키텍처

컴포저블 기업의 아키텍처에서 가장 중요한 점은 뛰어난 적응력이 필요하다는 것이다. 그 적응력 향상을 위해 다음과 같은 설계 기준이 필요하다.

- 가. 온디맨드 확장성: 시스템은 비즈니스의 필요에 따라 서비스 및 기능을 호출할 수 있어야 한다.
- 나. 모든 디바이스 및 클라이언트에 적용 가능: 서비스 및 애플리케이션을 현재 사용 중인 모든 디바이스와 클라이언트에서 일관성 있게 실행한다.
- 다. 서비스 지향 아키텍처: 필수 애플리케이션과 기능은 확장할 수 있고 재사용 가능하며 느슨하게 결합된 서비스로 추상화한다. 마이크로서비스는 주요 비즈니스 기능을 지원하는데 필요한 수준까지 세분화를 제공한다.
- 라. 자동화: 비즈니스 프로세스에서 호출하는 온디맨드 서비스를 쉽게 이용할 수 있도록 아키텍처의 모든 면에서 수동 프로세스와 스크립트는 제거한다.
- 마. 셀프서비스: 비즈니스 의사결정권자는 IT 부서의 도움을 기다리지 않고 애플리케이션과 데이터의 주요 구성요소에 접근할 수 있다.
- 바. 접근 가능한 엔터프라이즈 데이터 계층: 중요한 정보는 의사 결정자가 필요할 때 어떤 곳에서도 이용할 수 있어야 한다. 식별된 데이터 소스는 표준화되고 반복 가능한 방식으로 쉽고 빠르게 엔터프라이즈 데이터에 통합되어야 한다.

여기에서 중요한 점은 이 작업을 조직 내에서 누가 담당하느냐이다. 기존의 기업이나 정부 조직에서 새로운 기술 배포를 담당했던 IT 담당 부서만으로 가능한 일은 아니다. 업무 프로세스를 잘 알고 그것에 따른 디지털 솔루션을 이해하는 비즈니스 전문가의 도움이 절대적으로 필요하다. 가트너의 조사는 기업 내 조직원 중 약 40%는 전문 기술 조직 소속이 아니지만, 기술 콘텐츠를 생산해 내는 업무를 담당하고 있다고 말한다. 컴포저블 기업은 이 40%의 비즈니스 전문가이면서 기술 프로듀서들에게 집중해야 한다. 즉 비즈니스 프로세스를 기술로 캡슐화하여 배포해야 한다는 생각으로 IT 전문 기술자 그룹과 비즈니스 전문가들이 모인 융합팀으로 이 전환을 시도해야 한다.

디지털서비스 이슈리포트

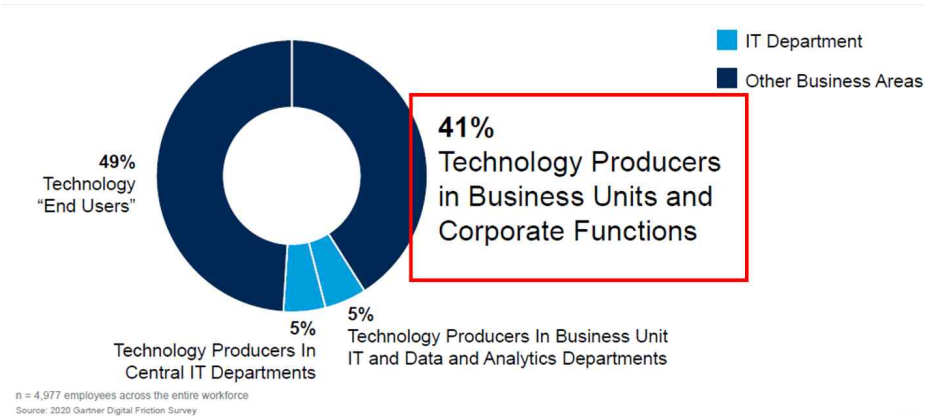


그림 3 기업 내 기술 역할 인력 분포 (출처: 가트너 디지털 서베이)

컴포저블 기업은 여러 면에서 다가올 미래에 능동적 대처가 가능한데 그것은 변화와 재구성을 가능하게 하며 심지어 완전히 새로운 비즈니스 플로우의 요구도 빠르게 구성할 수 있다. 조직이 미래로 나아가 글로벌 경쟁하러 할 때는 선진화된 기술을 적절한 시기에 사용할 수 있어야 한다. 컴포저블 기업은 IT 운영과 비즈니스 운영팀이 융합팀을 이루어 비즈니스 프로세스와 그 애플리케이션을 혁신적으로 발전 시키는 것을 의미한다. 비즈니스의 필요에 따라 즉각적으로 조립, 재조립 및 분해할 수 있는 능률적인 기능 구성요소를 갖추는 것이 목표가 된다.

컴포저블 애플리케이션

컴포저블 기업은 궁극적으로, IT 전문가와 비즈니스 전문가가 융합팀을 이루어 기존의 비즈니스 시나리오 및 새로운 변화에 대해 쉽고 빠르게 구성 가능한 컴포저블 애플리케이션 즉, 비즈니스 기능성 패키지 (PBC: Packaged Business Capabilities)를 제공하는 것이다. PBC는 명확하게 정의된 비즈니스 기능을 나타내는 캡슐화된 소프트웨어 구성요소로, 비즈니스 사용자가 기능적으로 인식할 수 있는 구조를 하고 있다. PBC의 디자인 원칙과 구성요소를 알아보자. 먼저 디자인 원칙은 다음과 같은 4가지를 만족시켜야 한다.

- 자율성(Autonomy): 단일 PBC는 독립 개체로서 원하는 기능을 수행해야 하고, 최소한의 의존성으로 동작해야 한다.
- 모듈성(Modularity): 다른 PBC와의 결합에 구성요소가 특정한 부분의 교체 없이 쉽게 확장될 수 있는 유연성을 가져야 한다.

디지털서비스 이슈리포트

- 통합성(Orchestration): API나 이벤트 채널, 혹은 다른 선택적인 사용자 인터페이스를 통해서 해당 PBC에 접근 가능해야 한다.
- 식별성(Discovery): 비즈니스와 테크니컬 디자이너, 개발자 및 다른 애플리케이션이 쉽게 접근할 수 있는 유의적 명확성(Semantic Clarity)과 효율성을 가져야 한다.

4가지 디자인 원칙을 가진 PBC의 구성 아키텍처는 다음과 같이 구성된다.

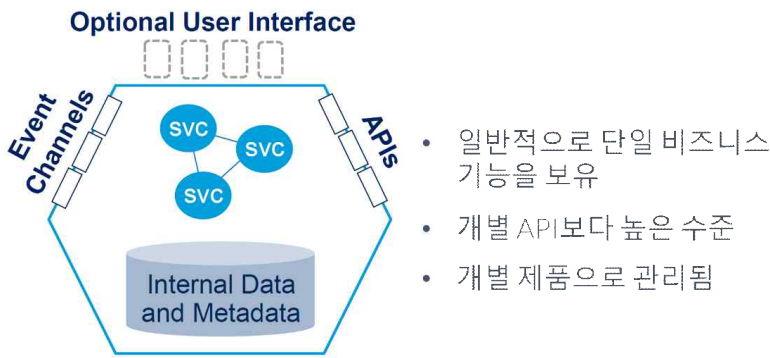


그림 4 비즈니스 기능성 패키지(PBC)의 일반 구성

API와 이벤트 채널을 통하여 외부 다른 PBC나 맞춤형 애플리케이션이 접근할 수 있다. 내부에는 작게 쪼개진 마이크로서비스들이 비즈니스 기능성에 따라서 제품의 형태로 동작하고 있으며, 동작에 필요한 데이터는 패키지 안에 함께 존재하는 구조이다.

하나의 PBC를 통해 어떤 기능들이 컴포저블 가능한지를 예를 들어서 설명해 보자. 전체적인 은행 계좌를 관리하는 기능을 가진 PBC가 있다고 가정해보면, 그곳에서부터 파생할 수 있고, 컴포저블 가능한 다른 PBC는 다음과 같이 예상해 볼 수 있다.

- 기초 기능 PBC: 은행 예금 서비스
- 미니 기능 PBC: 결제를 위한 쇼핑 카트
- 분석 서비스 PBC: 신용 조회, 환율 조회, 주식 연계 서비스
- 유사(Pseudo) PBC : 은행의 레거시 응용프로그램의 예금 API 래퍼 (wrapper)

단순히 리사이클이 가능한 수준을 넘어서, 필요한 PBC들을 모으고, 빼고, 합치고, 추가함으로써 더욱 쉽고 빠르게 새로운 비즈니스 기능을 제공하고 확보해 나가는 것이 컴포저블 애플리케이션이 기본 아이

디지털서비스 이슈리포트

디어이다. 다음 그림이 컴포저블 엔터프라이즈의 애플리케이션 구성 사례를 설명한다.

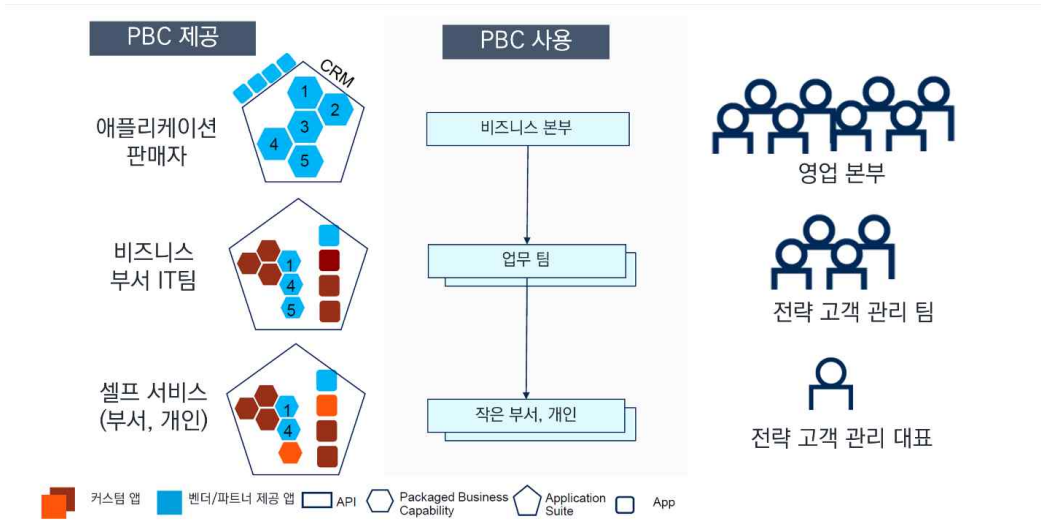


그림 5 컴포저블 기업 애플리케이션 사용 사례

컴포저블 정부로의 전환

지금까지 살펴본 컴포저블 기업과 그 애플리케이션 구성으로의 전환 시도는 정부의 디지털 트랜스포메이션 정책에서도 적용할 수 있다. 아마도 현재의 정부 조직 구조상 컴포저블 정부로의 전환 시도는 가장 효과가 큰 디지털 정책이 될 수 있다. 각국의 디지털 정부의 구조는 대부분 아래의 그림 6과 같이 구성되어 있다.

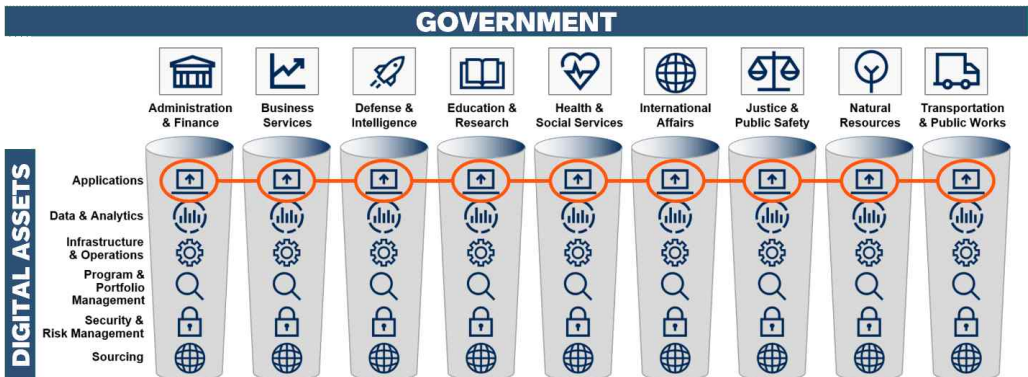


그림 6 정부 조직의 디지털 자산 분산화 현황 (출처: 가트너)

디지털서비스 이슈리포트

정부 조직은 지금까지 디지털 자산을 부서별 행정 조직별로 운영해 오는 게 관행이었으며, 그에 따라 같은 애플리케이션뿐만 아닌 기본 서비스를 구성하는 모든 자산과 인력이 조직구조별로 분산화되어 있다. 정부가 능력을 확장하고 변화하는 규제, 입법 및 시민의 기대에 지속적으로 적응할 수 있도록 지원하기 위해서는 컴포저블 비즈니스 아키텍처를 적극적으로 시도하고 적용해야 한다고 생각한다.

최근 가트너가 발표한 디지털 정부의 기술 움직임은 크게 3가지로 나눌 수 있다.

가. 신뢰성

- ① 적응형 보안
- ② 시민 디지털 ID
- ③ 시민의 멀티채널 참여

나. 민첩성

- ① GaaP(Government as a Platform-배경과 개념¹⁰)
- ② 기존 레거시의 디지털 전환
- ③ 서비스로서의 사례관리(Case Management as a Service)

다. 업무 탄력성

- ① 공공서비스 연결성
- ② 운영에 대한 분석
- ③ 프로그램을 통한 데이터 공유

모든 기술 움직임이 컴포저블 애플리케이션으로 최적화할 수 있는 가운데, 최근 모든 정부 조직에서 가장 빈번하게 사용하는 사례관리를 컴포저블 비즈니스 구조로 구축한 캘리포니아 아동 복지 디지털서비스¹¹⁾의 시도는 심도 있게 참고할 만하다. 사례관리 라이프 사이클에 따라서 프로세스를 자세하게 나누고 프로세스별로 서비스가 되는 PBC를 구성하는 것이다. 즉 모든 프로세스를 처리하기 위한 단일 애플리케이션이 아니라, 프로세스별로 서비스를 나누고 그들 간의 느슨한 연결을 통하여 하나의 조합 구성이 가능한 애플리케이션을 제공하는 것이다.

10) 윤대균, 플랫폼으로서의 정부-NIA 디지털서비스 이슈리포트 2021년 7월호, Jul, 2021

11) California Child Welfare Digital Service, Case Management as a Services-Intake Process, 2021

디지털서비스 이슈리포트

CaaS Processes Composed as Interoperable PBCs

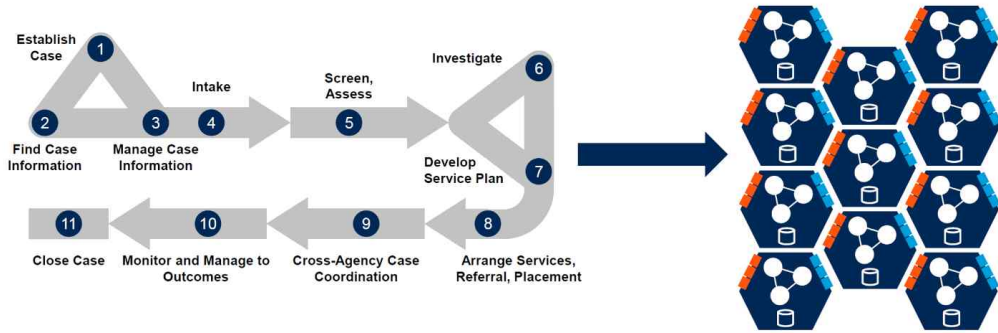


그림 7 사례관리 프로세스의 과정을 PBC로 전환

이렇게 만들어진 PBC 애플리케이션은 사례관리를 하는 모든 정부 조직에서 쉽게 사용할 수 있는 필수 구성요소가 된다. 우리나라의 보건복지부에 해당하는 미국 HHS(Health and Human Services)에서는 이러한 PBC 구현 기술과 아키텍처 구현에 관한 모든 문서¹²⁾를 공개하고 있으니 우리 정부에서도 적극적으로 참고해 주기 바란다.

마무리

현재의 디지털 전환 환경은 서비스, 애플리케이션, 기본 프로세스에 이르기까지 모든 구성요소는 유연하고 민첩해야 하며, 비즈니스 요구의 변화에 따라 즉각적으로 변경 또는 재구성할 수 환경을 요구한다. 컴퓨터를 기업과 정부는 기술만이 아닌, 사람, 프로세스, 기술이라는 세 가지 필수 요소를 기반으로 구축되고 동작한다. 비즈니스의 필요에 따라 즉각적으로 구성, 재구성 및 분해할 수 있는 능률적인 기능 구성요소를 갖춘 기업과 정부는 새로운 디지털 환경에서 크게 성장하는 기회가 될 것이다.

12) U.S. National Human Services Interoperability Architecture, NHSIA Overview Viewpoint

03 방대하고 복잡한 데이터를 시각화하는 그래프 데이터베이스 시장 현황과 분석

| 서진호 인공지능 산업 전문가 & 하이테크 칼럼니스트

최근 몇 년 동안 데이터 환경이 크게 바뀌었다. 다양한 소스에서 구조화된 데이터와 구조화되지 않은 데이터가 모두 생성되고 있다. 애플리케이션과 서비스는 그 어느 때보다 더 자주 애자일 방법론으로 개발되고 있으며 데이터 변경은 빠르고 중요하다. 또한 확장성 요구사항도 매우 중요한 데, 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)은 이러한 모든 문제를 처리하도록 설계되지 않았다. 따라서 기업들은 새로운 데이터 요구사항에 더 적합한 NoSQL 데이터베이스 솔루션을 사용한다. 그래프 데이터베이스는 NoSQL 데이터베이스 제품군에 속한다. 최근 몇 년 동안만 존재했으며 일반적으로 다대다 관계로 연결된 고도로 연결된 데이터를 저장하고 질의하는 데 사용한다. 따라서 그래프 데이터베이스 시장 현황과 각 공급업체들의 특징에 대해 자세히 분석한다.

그래프 DBMS 플랫폼 시장 현황과 분석

앞서 그래프 DBMS에 관한 관심과 활용이 꾸준히 증가하고 있다고 했는데, 그 증거로 2019년 가트너의 운영 데이터베이스 관리 시스템을 위한 매직 쿼드런트(Magic Quadrant)의 설문 조사 응답자 501명 중 27%가 이미 그래프 DBMS 플랫폼을 사용하고 있다고 보고했다. 추가로 20%는 2020년 안에 계획이 있고 그래프에 대한 가트너의 DBMS 분석가에 대한 문의가 많이 증가했다고 한다.¹³⁾

또한 가트너의 '2019년 조직 안에서의 인공지능' 설문 조사에 따르면 설문에 응한 조직의 20% 이상이 인공지능 개발에 그래프 기술을 활용하고 있었다. 따라서 이들 공급업체는 수익과 세일즈 파이프라인이 계속해서 성장하고 클라우드 배포가 증가함에 따라 그래프 데이터베이스 활용 추세가 더욱 가속화됨에 따라 가시성이 극적으로 증가했다. 클라우드서비스 제공업체(CSP)는 자체 DBMS에 그래프 기능을 추가하고 Neo4j와 같은 경쟁력 있는 제품을 플랫폼에서 사용할 수 있도록 하고 있다.

그리고 또 하나의 추세는 신규 DBMS 배포는 클라우드서비스가 지배한다. 주도적인 공급업체 모두가

13) Gartner, Market Guide for Graph Database Management Solutions, 24 May 2021, https://www.gartner.com/doc/reprints?_hstc=108400989.65958c320e33c47585b5bf9bb4c41104.1629248528024.1629248528024.1629248528024.1&_hssc=108400989.1.1629248528025&_hsfp=1568319739&id=1-269XIMEU&ct=210602&st=sb&submissionGuid=81d0a972-083b-4107-a631-da0312802f3c

디지털서비스 이슈리포트

아직 그래프 DBMS 공간에서 적극적으로 경쟁하고 있는 것은 아니지만 이 분야가 성장함에 따라 달라질 것이다. 가트너는 전체 DBMS 시장에서 클라우드로 인한 수익의 비율이 2023년까지 50%를 초과할 것으로 예상한다. DBMS 시장 전반에서 보이는 트렌드는 클라우드 DBMS 시장에서도 나타나고 있다. 두 경우 모두 수익의 거의 85%가 소수의 지배적인 공급업체에서 발생한다.

기존 클라우드서비스 공급업체가 시장 점유율을 차지하기 시작하면서 파트너와 경쟁해야 하는 소규모 공급업체에 강력한 장벽이 되고 있다. 다른 전문 시장과 마찬가지로 소규모 공급업체들이 기업용 지식 그래프, 도메인 솔루션 또는 데이터 분석, 인공지능과 같은 특정 요구사항에 민첩하게 집중할 수 있는 능력을 갖추고 있고, 이러한 특별한 기능들이 리드를 유지하는 데 도움이 된다. 그러나 소규모 공급업체도 다른 시스템과의 통합에 중점을 두고 엔터프라이즈 수준의 준비 상태를 입증해야 한다.

DBMS Market Dynamics Overall and Cloud

2019 Overall DBMS Revenue		2019 Cloud DBMS Revenue	
Oracle	\$15.2B	AWS	\$9.4B
Microsoft	\$13.7B	Microsoft	\$3.5B
AWS	\$9.4B	Google	\$1.5B
IBM	\$4.9B	Alibaba	\$0.8B
SAP	\$3.5B	Oracle	\$0.6B
Google	\$1.5B	Tencent	\$0.4B
Teradata	\$0.8B	IBM	\$0.2B

84.6% (Overall DBMS Revenue) and 83.4% (Cloud DBMS Revenue) are highlighted in the original image.

Source: Market Share Analysis: Database Management Systems, Worldwide;
Market Share: Enterprise Public Cloud Services, Worldwide, 2019

그림 8 2019년 전체 DBMS 시장 역학 조사 (출처: 가트너)

그래프 DBMS 도구에 제품을 추가하기로 선택하는 것은 기존 제품의 기능 평가로 시작해야 한다. 그래프 DBMS 전문 플랫폼은 데이터 시장 중심이 일부 데이터를 온프레미스로 유지하는 하이브리드 배포 기능에 기대어 차별화를 입증해야 한다. 다시 말해, 새롭고 다른 기술이 데이터 및 분석 포트폴리오의 일부가 되어야 하는 이유를 명확하게 설명해야 한다. 향후 그래프 DBMS에서 추가로 업그레이드 분야는 다음과 같다.

디지털서비스 이슈리포트

- 규모 - 병렬 계산, GPU 활용
- 로우코드/노코드 질의 및 스키마 개발
- 애플리케이션 개발을 위한 플랫폼 제공
- 데이터 변환 및 수집
- 그래프 시각화
- 그래프 데이터 모델을 위한 모델 오픈스

이러한 첨단 기능을 개발하고 시장에 출시하고 지원하려면 상업적 성공과 투자가 반드시 필요하다. 데이터 및 분석 리더 그룹은 그림8에 나열된 공급업체와 같은 충분한 규모와 운영 효율성을 달성할 수는 없다는 점을 인식해야 한다. 따라서 앞으로도 자본력이 막강한 빅테크 업체들이 전문적인 공급업체들과 기업 또는 기술 합병이 일어날 것으로 예상된다.



그림 9 포레스트 리서치가 평가한 그래프 데이터 플랫폼 Q4 2020 (출처: 포레스트 리서치)

디지털서비스 이슈리포트

그래프 DBMS 시장에는 다른 전문 플랫폼 포트폴리오 내에서 제품을 포지셔닝하는 기존 공급업체 및 클라우드 제공업체뿐만 아니라 비교적 새로운 도전자 그룹들이 있다. 일부는 온프레미스에서 사용할 수 있고, 일부는 클라우드에서, 일부는 둘 다에서 사용할 수 있다.

포레스트 리서치는 27개의 메이저 그래프 데이터베이스 플랫폼 업체들을 리더(Leader), 강력한 성과자(Strong Performers), 경쟁자(Contenders) 및 도전자(Challengers)와 같이 4가지 그룹이 나누었다. 리더 그룹은 Neo4j, AWS 네뉘, 타이거그래프, 오라클과 MS 애저 코스모DB 등이며, 강력한 성과자 그룹들은 Franz사의 알레그로 그래프, 아랑고DB이다.¹⁴⁾ 그렇다면 좀 더 이러한 공급업체들의 그래프 데이터베이스 플랫폼이 어떠한 특징을 가지고 있는지 살펴보도록 하자.

클라우드서비스의 그래프 데이터베이스 지존, 네뉘(Neptune)

AWS 네뉘는 완전 관리형 고성능 그래프 데이터베이스를 지원하고 광범위한 복잡한 관계 모음을 확장 가능한 서비스로 저장하도록 설계되었다. 지식과 복잡한 네트워크를 그래프로 표현하기 위한 다양하고 진화하는 표준을 지원하며 최근에 지원되는 광범위한 API에 그래프 스토어 프로토콜, 오픈사이퍼, 네뉘 ML 및 톱퍼플 그램린에 대한 지원을 추가했다.¹⁵⁾

AWS 클라우드에서 실행되는 네뉘는 점점 더 경쟁이 치열해지는 그래프 데이터베이스 분야에서 중요한 새 서비스이다. 특히, 그래프 데이터베이스를 포함하여 개발자, 엔지니어 및 설계자의 요구를 지원하는 가장 다양한 데이터베이스를 보유하고 있다. 나아가 아마존은 인공지능 서비스인 세이지메이커에서 AWS 네뉘으로 인공지능 루틴을 통합하는 데 주력하고 있다. 따라서 데이터를 저장하고 분석하는 하이브리드 도구를 만들기 위한 것이다.

또한 그래프 데이터베이스는 데이터베이스에 표시될 수 있는 개체, 사람, 아이디어 또는 기타 엔티티 간의 관계에 대한 대규모 컬렉션을 저장한다. 관계형 데이터베이스는 데이터 레코드 필드 및 일대다 연결에 적합하지만 그래프 데이터베이스는 누가 누구인지 알고 있는 소셜 네트워크 및 어떤 아이디어가 다른 아이디어와 연결되어 있는지 알 수 있는 개념 네트워크와 같은 다대다 관계를 추적하는 데 최적화되어 있다. 예를 들어, 네뉘의 그래프 데이터베이스 모범 사례는 다음과 같다.

14) Forrester, The Forrest Wave: Graph Data Platforms, Q4 2020, 16 November 2020, <https://reprints2.forrester.com/#/assets/2/665/RES161455/report>

15) VentureBeat, What is AWS Neptune?, 9 August 2021, <https://venturebeat.com/2021/08/09/what-is-aws-neptune/>

디지털서비스 이슈리포트

1. 사기 탐지: 범죄 행위는 종종 예측 가능한 패턴에 속하며 그래프 데이터베이스는 이벤트 간의 연결을 기반으로 패턴을 찾는 데 유용하다. 예를 들어, 동일한 물리적 또는 IP 주소를 사용하는 일련의 불량 이벤트는 정밀 조사를 위해 동일한 주소로 향후 이벤트에 플래그를 지정할 수 있다.
2. 추천 엔진: 그래프가 유사한 항목을 연결할 수 있는 경우 간단한 알고리즘은 사용자가 이 링크를 따라 새로운 친구를 찾거나 잠재적인 구매를 하는 데 도움을 줄 수 있다.
3. 지식 그래프: 보다 정교한 옵션 중 하나는 추상적인 아이디어, 생각 및 개념 간의 관계 네트워크를 만드는 것이다. 따라서 보다 정교한 검색 알고리즘, 언어 번역 또는 방대한 데이터의 검색 형태 인공지능을 위한 기반으로 상호 작용할 수 있다.
4. 자금세탁 감시자: 일부 규정은 금융 기관에 범죄 예방을 위해 통화 흐름을 추적하도록 요구한다. 그러므로 그래프 데이터베이스는 거래를 모델링하고 순 흐름을 감지하기 위한 자연스러운 서비스이다.
5. 접촉자 추적: 역학자들은 사람들이 언제 어떻게 만나고 상호 작용하는지 추적하여 질병의 확산을 통제하기 위해 종종 노력한다. 그래프 데이터베이스에는 여러 단계를 통해 흐름을 추적하는 알고리즘이 있는 데 그것을 활용하면 접촉자 추적에 많은 도움을 준다.

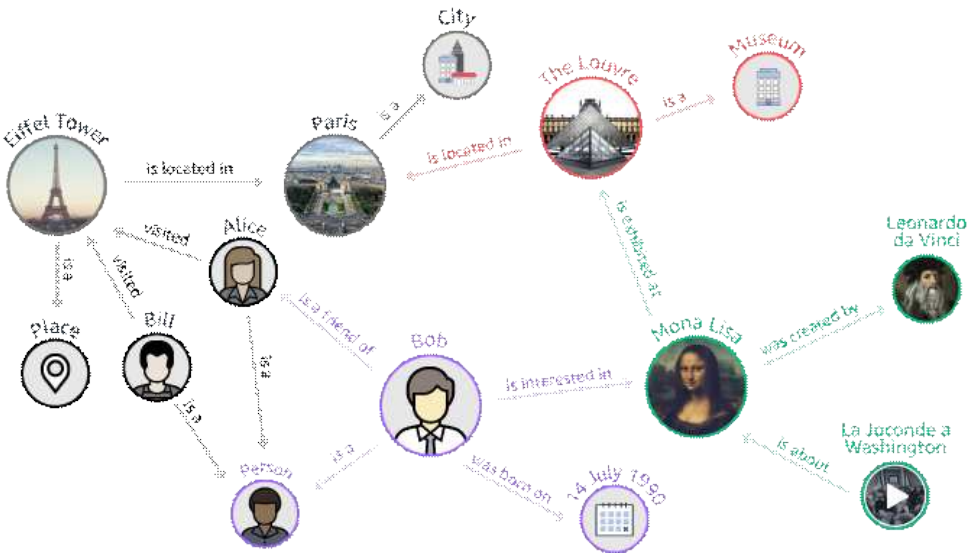


그림 10 AWS 벵툼의 지식 그래프 사용 예 (출처: AWS 벵툼)

벵툼은 그래프 데이터 처리를 위한 속성 그래프와 '자원 기술 프레임워크(RDF: Resource Description Framework)'와 같은 두 가지 주요 개념 모델과 각각에 대한 다양한 질의 언어를 지원한다. 사용자는 데이터베이스 테이블을 생성할 때 특정 모델을 선택할 수 있지만 생성 후에는 쉽게 교체할 수 없다. 또한

디지털서비스 이슈리포트

개발자는 넵튠으로 작업할 수 있는 아파치 킵 프로젝트에서 속성 그래프 데이터에 액세스하기 위한 그램린과 Neo4j 데이터베이스에서 속성 그래프 데이터를 질의하기 위한 오픈사이퍼, W3C에서 RDF 데이터 검색을 위한 SPARQL, Neo4j의 오픈사이퍼 프로토콜의 바이너리 버전인 볼트 등과 같은 다양한 옵션을 제공하는데, 데이터를 삽입하거나 질의할 수 있다.

또한 소프트웨어를 설치하거나 소프트웨어를 효과적으로 확장하는 복잡성을 대부분 숨기기 위해 다른 아마존 데이터베이스처럼 설계되었는데, 넵튠은 데이터를 복제하여 데이터 센터 및 가용성 영역에서 읽기 전용 복제본을 만든다. 백업은 S3 버킷에 자동으로 트리거될 수 있고, 노드가 실패하면 다른 복제본이 자동으로 인계할 수 있다. 넵튠 가격은 컴퓨팅 성능과 스토리지 양, 질의 수 등 사용량에 따라 크게 달라진다. 무료 데이터 전송량이 있지만 첫 테라바이트 이후에는 볼륨에 따라 가격이 측정된다.

한편, 넵튠은 세이지메이커와의 통합함으로써 머신러닝 도구가 그래프 노드와 엣지를 속성 및 연결된 노드 또는 엣지의 속성에 따라 분류할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 데이터셋 기반으로 가장 가능성이 높은 연결을 결정할 수 있어 예측 경로를 제공할 수 있다. 따라서 넵튠 머신러닝을 탑재한 애플리케이션에는 그래프 모델로 변환된 지리 데이터를 통해 경로 또는 경로 찾기와 같은 실제 세계의 작업을 포함한다. 지식 합성과 같은 더 추상적인 다른 작업은 텍스트 또는 개념적 네트워크로 구축된 그래프 모델에 의존한다.

마지막으로 넵튠이 모든 분야의 만병통치약은 아니다. 프로퍼티 그래프 및 RDF에 대한 지원은 넵튠이 두 아키텍처를 모두 사용하는 프로젝트를 포함하여 많은 프로젝트에 광범위하게 적용할 수 있다. 그러나 지원이 완전하지 않으며 다양한 표준의 모든 기능을 제공하지 않는다. 예를 들어, RDF 데이터에 대한 추론 질의는 성능 저하로 인해 아직 사용할 수 없다. 클라우드서비스로만 사용할 수 있는 AWS 넵튠은 핵심 소프트웨어를 오픈소스 배포로 사용할 수 없고 개발자가 로컬 버전을 실행하거나 AWS 하드웨어에서 이동할 수 없기 때문에 오로라와 같은 AWS 타 DB 제품과도 다르다.

리더 그룹으로 위치해 있는 빅테크 DBMS 업체들의 전략

마이크로소프트, 오라클과 SAP 같은 거대한 데이터베이스 업체들은 기존 데이터베이스에 다른 유형의 테이블로 그래프 기능을 추가하는 전략으로 네이티브 그래프 DBMS 업체들과 경쟁하고 있다.

첫 번째, 마이크로소프트는 애저 SQL, SQL 서버 및 애저 코스모 DB의 3가지 제품으로 그래프 기능을 제공한다. 클라우드에서 관리형 서비스로 배포되는 비 관계형 다중 모델 DBMS인 애저 코스모 DB

디지털서비스 이슈리포트

서비스에 속성 그래프 모델링 기능을 추가했다. 애저 코스모 DB는 속성 그래프 모델을 제공하고 아파치 2.0 라이선스를 준수하는 오픈소스인 그렘린을 질의 언어로 지원한다.¹⁶⁾ 따라서 애저 코스모 DB는 프로비저닝된 처리량 용량과 서버리스 형태의 요청당 지불 소비하는 두 가지 가격 모델을 선택하여 제공한다.

Azure Cosmos DB – Graph API PaaS

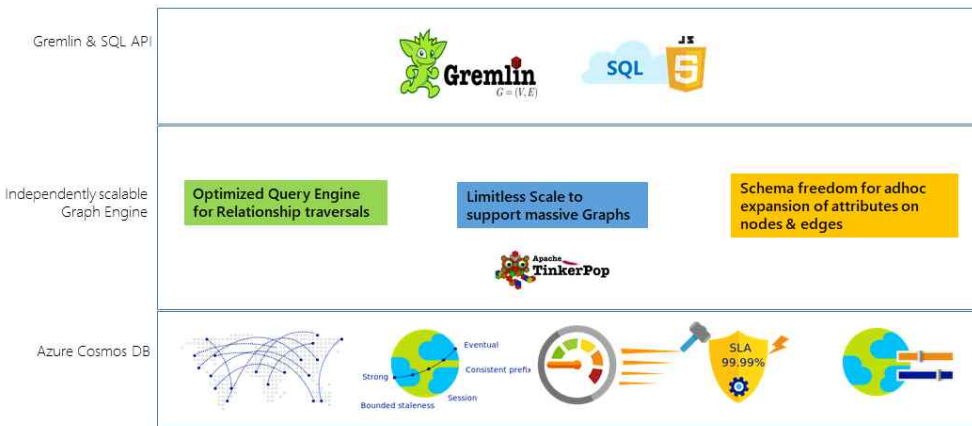


그림 11 애저 코스모 DB 그래프 API PaaS (출처: 마이크로소프트)

그래프가 있는 애저 코스모 DB를 사용하면 모든 종류의 애플리케이션을 빌드할 수 있다. 따라서 사용자가 애저의 지리적 영역에서 컴퓨팅 및 스토리지를 탄력적으로 확장할 수 있도록 하는 전 세계적으로 분산된 다중 모델 데이터베이스이다. 탄력적인 스토리지 및 처리량 규모, 다중 문서 생산성 트랜잭션, 자동 인덱싱 및 질의, 튜닝 가능한 일관성 수준 등을 지원하는 완전 관리형 그래프 데이터베이스이다.

시각적 디자인 질의 도구는 그렘린 에코시스템에서 가져와 그렘린을 사용하여 질의를 작성하여 자동으로 복제되는 노드를 검색할 수 있고, 노드 및 그래프 객체를 SQL 서버에 추가하여 다른 관계형 데이터와 함께 그래프 정보를 저장할 수 있도록 했다.

또 다른 애저 코스모 DB는 그렘린을 사용하여 큰 그래프를 효율적으로 모델링, 질의를 트래버스 해야 하는 애플리케이션에 그렘린 API를 제공한다. 따라서 플랫폼의 손쉬운 확장, 고객지원, 지리적 분포

16) Microsoft, Introduction to Gremlin in Azure Cosmos DB, <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/cosmos-db/graph-introduction>

디지털서비스 이슈리포트

기능, 자동 확장 기능, 다중 질의 API, 비용 효율성 및 빠른 가치 실현 시간을 할 수 있다. 또한 미션 크리티컬 트랜잭션 애플리케이션, 데이터 과학, 지식 그래프, MDM, Customer 360 및 소셜 네트워크에 애저 코스모 DB를 사용한다.

두 번째, 오라클의 솔루션은 오라클의 주요 데이터베이스 우산 아래에서 속성 그래프 또는 RDF 데이터를 모델링할 수 있다. 질의 언어에 그래프 검색 기능을 추가하고 그래프 기능을 사용하기 위해 기존 데이터 셋을 쉽게 확장할 수 있도록 하는 그래프 스튜디오와 같은 도구 모음을 만들었다.

오라클은 2009년으로 거슬러 올라가 다중 모델 방식의 오라클 DBMS에 그래프 기능을 추가하여 그래프 DBMS 시장에 먼저 진출했다. 별도의 인스턴스를 유지할 필요 없이 RDF와 속성 그래프 기능을 모두 제공하는 시장에서 몇 안 되는 플랫폼 중 하나이다.¹⁷⁾ RDF 그래프는 스키마가 없지만 구현할 수 있다. 관계형 스키마에서 자동(직접) 매핑 및 R2RML을 활용한 사용자 지정 매핑을 사용한다. 반대로 속성 그래프는 스키마가 없지만 스키마와 테이블을 사용하여 구현할 수도 있다. 그러므로 RDF 및 속성 그래프는 오라클 자율 데이터베이스, 엑사데이터 클라우드 및 AWS, 애저와 같은 공용 클라우드를 통해 온프레미스에서 사용할 수 있다.

한편, 오라클 DBMS는 SPARQL 및 PGQL을 지원하며 ISO의 SQL/PGQ 표준 활동에 오랫동안 참여해 왔으며 이 표준에 대한 지원했다. 사용자, 서버 또는 기업에 기반한 영구 라이선스로 오라클의 그래프 기술은 추가 비용 없이 온프레미스 및 클라우드 데이터베이스와 자율 데이터베이스에 포함한다. 그러므로 온프레미스, 멀티클라우드 및 하이브리드 배포에서 사용할 수 있다. 관리 서비스로 사용할 수 있으며 수십 개의 고성능 그래프 알고리즘 라이브러리가 포함되어 있다. 사용자는 병렬 알고리즘을 생성하는 컴파일러를 사용하여 자바 구문으로 사용자 정의 알고리즘을 개발할 수도 있고, 오라클의 자체 머신러닝을 포함하여 팬더스 또는 NumPy와 같은 파이썬 프레임워크를 지원하는 머신러닝 프레임워크를 사용할 수 있다. 또한 Graphviz 네이티브 그래프 시각화 컴포넌트 및 시각적 스키마, 질의 디자인 도구를 제공한다.

고객들은 오라클의 기술 지원, 클라우드 오퍼링, PGQL 기능, SQL과 유사한 구문으로 시작하기 쉬운 기능 및 중간 규모 성능으로 배포할 수 있다. 오라클에 대한 고객의 주요 사용 사례에는 데이터 과학, 사기 탐지, 금융 서비스, 네트워크 모니터링, 소셜 네트워크 등 타 업체와 유사한 수준으로 지원한다.

세 번째, SAP는 SAP 하나(HANA) 그래프 기능을 엔터프라이즈 에디션의 구성 요소로 제공한다. 현재 온프레미스 및 SAP 하나 클라우드의 멀티클라우드 관리형 서비스로 제공한다.¹⁸⁾ 인메모리 컬럼형

17) Oracle, Graph Database and Graph Analytics, <https://www.oracle.com/database/graph/>

디지털서비스 이슈리포트

RDBMS를 기반으로 하는 다중 모델 오픈링인 하나 그래프는 그래프스크립트 언어, 오픈사이퍼 및 SQL스크립트를 통한 SQL 프로시저를 통한 질의로 속성 그래프를 지원한다. 온프레미스에서 사용한 메모리와 클라우드에서의 메모리 사용량을 기준으로 가격을 측정하는 데, SAP 그래프는 자체 그래프 알고리즘 라이브러리를 제공하며 사용자는 그래프스크립트를 사용하여 데이터베이스 프로시저로 사용자 정의 알고리즘을 구축할 수 있다. 끝으로 머신러닝을 위하여 SAP 하나 예측 분석 라이브러리 및 텐서플로와 같은 머신러닝 프레임워크를 지원한다.

전문 그래프 플랫폼 리더들의 우수성

포레스트 리서치의 그래프 DB 시장 분석에 의하면, Neo4j 와 타이거그래프는 신생 소규모 그래프 플랫폼 공급업체들로 리더 그룹에 속한다. 첫째, 2007년에 설립된 Neo4j는 선도적인 그래프 데이터베이스 플랫폼 회사 중 하나로 나사, 에어비앤비, 리프트, 이베이 등과 같은 기업이 사용하고 있다. 최초의 성공적인 그래프 데이터베이스 중 하나이다. 따라서 Neo4j는 꾸준히 성장했으며 최근 20억 달러 가치의 펀딩 라운드를 모금하여 스타트업과는 거리가 멀지만 이 분야에서 가치를 인정받았다. 모든 기술에 손을 대는 것보다 최고의 그래프 데이터베이스 생태계를 구축하는 데 중점을 두기 때문에 중간 규모의 회사로 유지했다.

Neo4j는 쉽게 인터넷에서 다운로드할 수 있어 기업에서 클라우드와 온프레미스 모두에서 실행할 수 있다. 소프트웨어는 주요 클라우드의 사전 구성된 도커 이미지 또는 Neo4j의 아우라 클라우드에서 로컬로 실행할 수 있다. Neo4j 엔터프라이즈 에디션에는 클러스터링, 다중 데이터 센터, 고급 보안 기능, 그래프 분석, 시각적 그래프 검색 및 탐색이 포함된다.

오픈소스 버전은 GPL3 라이선스 오픈소스 커뮤니티 에디션에서 사용할 수 있고, 수만 개의 커뮤니티 배포와 600명 이상의 고객들이 Neo4j로 연결된 데이터를 활용하여 사람, 프로세스, 위치 및 시스템이 어떻게 상호 연관되어 있는지 분석하고 공개한다.¹⁹⁾ 사이퍼 언어와 오픈사이퍼 커뮤니티 프로젝트의 기여로 ISO 표준 GQL을 개발하기 위한 다중 공급업체 이니셔티브를 주도해 왔다. Neo4j의 기본 저장 및 그래프 데이터 모델 처리, ACID 규정²⁰⁾ 준수 및 온라인 트랜잭션 처리, 간편한 개념 증명 및 자동

18) SAP, The Graph Story of the SAP HANA Database, <https://cs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings214/403.pdf>

19) Neo4j, 1000x Performance at Ultimate Graph-Native Scale, <https://Neo4j.com/product/Neo4j-graph-database/scalability/?ref=home>

디지털서비스 이슈리포트

크기 조정 기능을 지원한다. 종종 실시간 추천, 인공지능, 그래프 기반 검색, 데이터 과학, 마스터 데이터 관리(MDM) 분야에 플랫폼을 사용한다.

둘째, 타이거그래프는 큰 데이터셋을 처리하도록 설계되었으며 로컬 하드웨어에서 또는 타이거그래프 클라우드의 서비스 구독을 통해 사용할 수 있다.²¹⁾ 아파치 하둡이나 스파크를 사용하여 더 큰 데이터셋을 처리하도록 설계되었고 질의는 GSQL로 작성한다. 타이거그래프의 속도와 API 지원이 추진력을 얻는 데 도움이 된다. 데이터 사일로를 연결하여 대규모 운영 분석을 제공하는 확장 가능한 그래프 데이터베이스이다.

비록 타이거그래프 데이터 모델은 속성 그래프를 기반으로 하지만, RDF 파일을 읽고 속성 모델에 포함할 수도 있다. 스키마 기반 데이터베이스로 사용자는 그래프 스키마 모델을 수동으로 구축하거나 코드가 없는 데이터 마이그레이션 도구를 사용하여 그래프 스키마를 자동으로 생성할 수 있다. 타이거그래프는 그래프스튜디오에 시각적 질의 빌더를 가지고 있어 드래그 앤 드롭 그래프 패턴을 통해 데이터베이스를 질의하는 코드가 없이 사용자 인터페이스로만 사용할 수 있는 도구를 가지고 있다.

그래프 플랫폼은 개발자가 C++ 언어로 작성된 사용자 정의 함수(UDF)를 추가하여 확장할 수 있다. 타이거그래프는 완전한 ACID 준수와 강력한 일관성을 제공한다. 모든 업데이트는 즉시 복제본에 기록되는데, 타이거그래프의 속도, 언어, 배포 용이성, 성능, 그래프 스키마/질의를 위한 시각적 도구, 동일한 인스턴스에서 트랜잭션 및 분석 사용 사례에 대해 지원한다.

강력한 성과자 그룹으로 리더에 도전하는 알레그로 그래프와 아랑고DB

그 외에도 몇 가지 다른 그래프 데이터베이스가 강력한 성과자 그룹에 포진하여 계속 성장하고 있다. 아랑고DB 와 Franz 사의 알레그로 그래프가 그 주인공들이다.

첫째, 아랑고DB는 자체 머신에서 실행하거나 주요 클라우드에서 사전 구성된 인스턴스로 실행할 수 있는 엔터프라이즈 버전을 제공한다. 소스 코드에 액세스하려는 사용자는 대규모 다중 머신 클러스터를 지원하기 위한 일부 기능이 없는 커뮤니티 버전도 사용할 수 있다. 또한 노드가 NoSQL 키/값 저장소,

20) ACID(원자성, 일관성, 고립성, 지속성)는 데이터베이스 트랜잭션이 안전하게 수행된다는 것을 보장하기 위한 성질을 가리키는 약어이다.

21) TigerGraph, TigerGraph Cloud is Now Available on All Three Major Public Cloud Marketplace, 5 August 2021, <https://www.tigergraph.com/blog/tigergraph-cloud-is-now-available-on-all-three-major-public-cloud-marketplaces/>

디지털서비스 이슈리포트

그래프의 일부 또는 둘 다처럼 작동할 수 있기 때문에 자체로 “다중 모드”로 사용할 수 있다. 따라서, 광범위한 다중 모델 기능 내에서 그래프를 제공하고 단일 데이터베이스로 키-값, 문서 및 그래프 데이터 모델을 지원한다. 통합 질의 언어인 AQL과 오픈소스 데이터 질의 및 PIS용 조작 언어인 GraphQL을 제공한다.²²⁾

그래프 데이터로 작업할 때 확장 가능한 질의는 AWS, 구글 클라우드 플랫폼 및 마이크로소프트 애저를 포함하여 온프레미스 및 클라우드에 배포할 수 있다. 또한 JSON 문서, 키-값 저장소 및 텍스트 검색 엔진과 결합하여 개발자가 다양한 애플리케이션을 지원하기 위해 모든 데이터에 액세스하고 통합할 수 있다. 아랑고DB의 그래프 지원, 유연한 데이터 모델, 질의 언어 및 간단한 접근 방식으로 트랜잭션 및 운영 워크로드에 플랫폼을 사용하고 비즈니스 이니셔티브에 대한 빠른 가치 실현한다.

둘째, Franz 사의 알레그로 그래프는 지식 그래프를 위한 다중 모드 그래프 데이터 플랫폼을 제공한다. 알레그로 그래프는 독특하게 수평으로 분산된 의미 체계 그래프 데이터베이스인데, 컨텍스트를 기반으로 데이터를 처리하는 시맨틱 그래프 기술을 사용하여 데이터 연결이 더 지능적인 것이 특징이다.²³⁾ 알레그로 그래프는 스키마 없이 온톨로지를 스키마로 사용하여 작동한다. 따라서, 수평으로 분산된 아키텍처를 지원하기 위해 특허받은 인 메모리 연합 기능을 제공한다. JSON 문서, 비 RDF 그래프 및 RDF 그래프를 저장할 수 있는 데, CRUD 및 ACID 데이터베이스 액세스 및 OLTP 작업을 위한 최적화를 지원한다. 데이터 및 메타데이터는 자바, 파이썬, LISP 및 HTTP 인터페이스를 사용하여 관리할 수 있으며 SPARQL 및 프롤로그(Prolog)를 사용하여 질의할 수 있다. 주로 소셜 네트워크 분석, 지리 공간, 시간 및 추론 기능과 함께 제공한다.

마치며

오늘날의 기업은 여러 소스의 정보가 필요한 답변을 찾는 데 너무 많은 시간을 소비하고 있다. 소스에서 데이터를 수집하는 것은 간단하지만 기업은 의미 있는 통찰력을 신속하게 생성하기 위해 데이터를 연결하는 데 어려움을 겪는다. 이 문제를 해결하기 위해 기업은 연결을 단순화하는 새로운 그래프 기술을 채택하고 구현하고 있다. 그래프는 특히 복잡하거나 많은 양의 이질적인 데이터를 처리할 때 데이터를 연결하는 가장 빠른 방법이다. 그래프가 없으면 조직은 상당한 시간과 노력이 소요될 수 있는 복잡한

22) ArangoDB, AQL Fundamentals, <https://www.arangodb.com/docs/stable/aql/fundamentals.html>

23) AllegroGraph, The Amazing Applications of Graph Neural Networks, 26 June 2021, <https://allegrograph.com/articles/the-amazing-applications-of-graph-neural-networks/>

디지털서비스 이슈리포트

코드를 작성하기 위해 개발자에게 의존해야 한다. 경우에 따라 데이터의 복잡성으로 인해 비실용적이 된다.

그래프 데이터 플랫폼은 조직이 다르게 생각하고 개발 및 지원하기 어려운 새로운 인텔리전스 기반 비즈니스 기회를 창출할 수 있는 새롭고 신흥 시장이다. 그 가운데 27개 메이저 그래프 DBMS 플랫폼 업체 중 Neo4j, AWS 네뉘, 타이거그래프, 마이크로소프트 및 오라클이 선두를 달리고 있다. 그 이유는 데이터 연결을 빠르게 가능하고, 자동화, 확장성, 고급 질의 및 검색 등을 지원하고 있기 때문이다.

04 2021년에 주목할 클라우드컴퓨팅 스타트업

| 한상기 테크프론티어 대표

기술 전문 미디어인 CRN에서 2021년에 가장 핫한 클라우드컴퓨팅 분야 스타트업을 선정해서 소개했다.²⁴⁾ 모두 최근에 벤처 캐피털에서 투자를 받은 기업이고 인공지능 분야의 MLOps에서 하드웨어 개발자를 위한 사물인터넷 플랫폼 제공 기업, 클라우드 비용 관리 소프트웨어 기업 등 그 범주가 매우 다양하다. 이런 스타트업을 살펴봄으로써 국내에서도 새로운 혁신과 비즈니스 모델을 가진 클라우드컴퓨팅 스타트업이 나오기를 바라면서 CRN에서 선정한 기업에 대해 살펴보기로 한다.

아포리아 (Aporia)

2020년에 설립한 MLOps 회사로 프라이빗 클라우드와 퍼블릭 클라우드를 모두 지원하는 머신러닝 모델을 위한 모니터링 플랫폼을 제공한다. 지난 4월에 팔로 알토에 있는 버텍스 벤처스, 이스라엘 텔아비브에 있는 TLV 벤처스, 엔젤 투자자로부터 500만 달러 투자를 받았다.

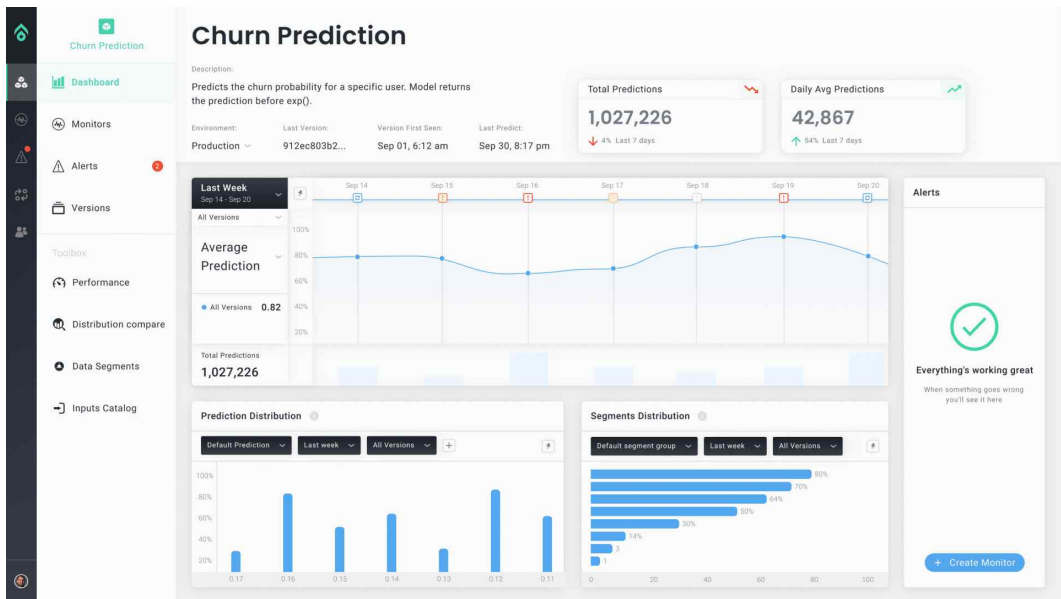


그림 12 아포리아 대시 보드의 모습 (출처: 아포리아)

24) CRN, "The 10 Hottest Cloud Computing Startups of 2021 (So Far)," June 25, 2021

디지털서비스 이슈리포트

데이터 과학자들이 자신의 머신러닝 모델의 성능을 지속적으로 점검하면서 데이터 진실성을 보장하도록 최적화된 맞춤형 모니터링 기능을 쉽고 빠르게 만들 수 있도록 한다. 사용자는 매니지드 온프레미스, 고객의 클라우드, 아포리아 클라우드에 배포해 사용할 수 있으며 데이터의 편향, 특징의 표류, 저성능 문제를 탐지하고 모델의 활동, 추론 동향, 데이터 행위, 실제 모델의 성능을 실시간으로 추적할 수 있다.

아포리아의 대시보드는 머신러닝 산출물의 상태를 비교하면서 기대 결과에 대한 실제 성능을 비교할 수 있고, 여러 가지 심각한 문제를 슬랙과 같은 도구나 이메일로 보낼 수 있다.

코드씬(CodeScene)

스웨덴의 루미나 벤처스와 핀란드의 인벤처에서 360만 달러 시드 라운딩 투자를 받은 기업으로 노르딕 스타트업이 경쟁하는 테크아레나 챌린지에서 최종 후보까지 간 기업이다.

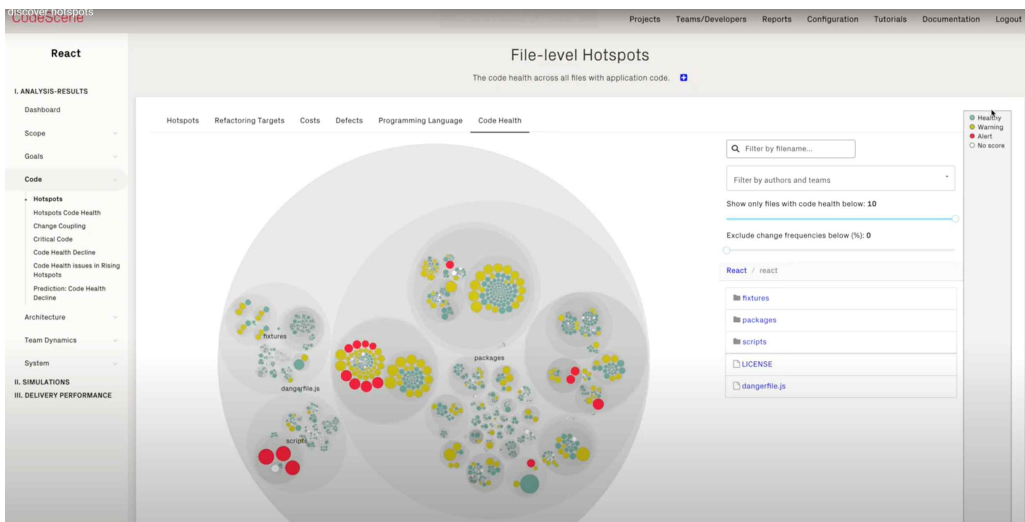


그림 13 코드의 건강 상태를 확인할 수 있는 코드씬의 시각 도구 (출처: 코드씬)

코드씬은 조직의 기술 부채에 우선 순위를 정하고 코드의 품질 이슈를 확인해 주는 자동화된 차세대 코드 분석 예측 도구를 제공한다. 이 문제는 3조 달러의 시장을 만들 것으로 기대하고 있다. 문제 접근을 위해 특허 받은 머신러닝 알고리즘을 통해 시각적 통찰을 제공하고 있다.

기존의 코드 분석 도구가 단지 코드만을 분석하고 있는데 비해, 코드씬은 품질 측면에서 코드가 개선되고 있는지 또는 더 나빠지고 있는지 트렌드를 파악할 수 있는 행위적 코드 분석을 제공한다. 이를 위해

디지털서비스 이슈리포트

조직의 행위를 강조하며, 엔지니어링 데이터에 기초해 결정을 내리는 정보를 사용한다고 말하고 있다.

이를 위해 고객의 소프트웨어 코드 이력 전체를 검토해 코드의 건강 상태를 확인하고 이를 비즈니스 영향 수준에 따라 우선순위로 배열한다. 이를 통해 개발자가 배포 위험 문제를 줄이고 불필요한 추가 업무를 낮출 수 있다.

파일베이스(Filebase)

보스턴 소재 기업으로 오스톤의 멀티코인 캐피탈, 밴쿠버의 버전 원 벤처스, 엔젤 투자자들로부터 200만 달러 시드 단계 투자를 받았다. 이 회사는 아마존의 S3 호환 서비스를 제공하며 블록체인을 기반으로 하는 클라우드 관리 객체 스토리지를 제공한다. 애플리케이션을 S3에 대한 드롭인, 암호화, 지역 중복 대체 기능으로 여러 개의 분산된 스토리지 네트워크에 연결해 기존 클라우드 스토리지 비용보다 아주 적은 비용으로 사용할 수 있도록 한다.

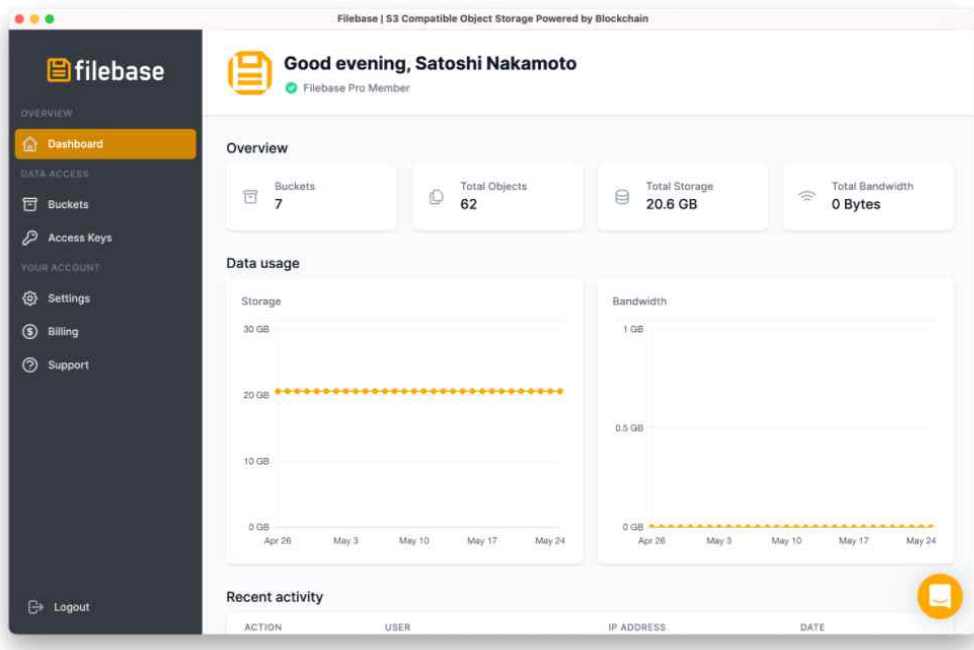


그림 14 파일베이스의 대시보드 (출처: 파일베이스 블로그)

파일베이스 플랫폼은 브라우저 기반의 대시보드가 있으며 Sia, Storj, 스카이넷 스토리지 네트워크를 걸쳐 데이터를 배포, 접근, 관리할 수 있는 S3 호환 API를 제공한다.²⁵⁾ 이때 모든 분산된 다중 스토리지를

디지털서비스 이슈리포트

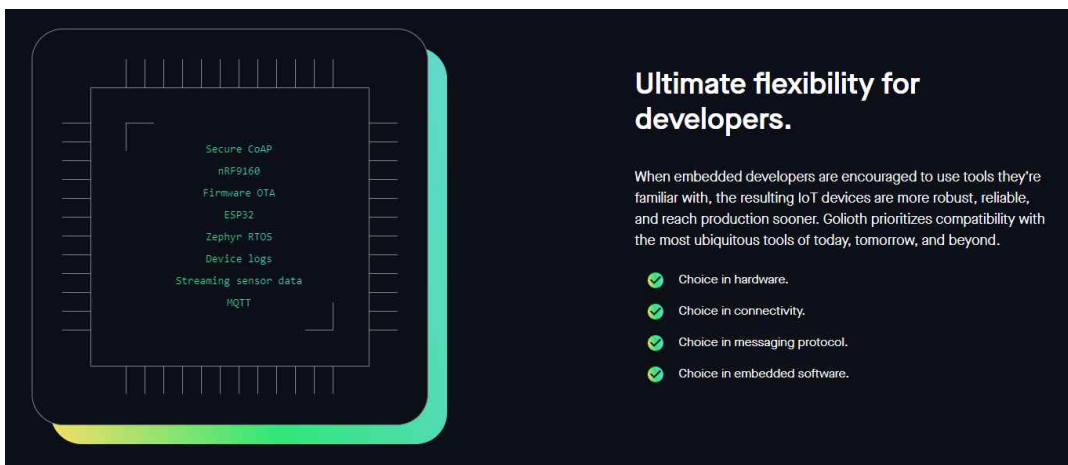
블록체인을 이용해서 연결한다. 특히 브라우저 윈도를 사용해 파일을 드래그 앤 드랍 방식으로 이동할 수 있다. 또한 사용하지 않은 스토리지 용량을 활용하고 네트워크를 통해 렌트하며 사용자를 위해 모든 스토리지에 대한 계약을 관리한다.

이들이 제공하는 플랫폼은 하위 네트워크와의 모든 상호작용을 추상화하고 개발자가 데이터를 이동하거나 복제하는 것을 키키로 구성하도록 도와준다. 분산 스토리지 네트워크가 중앙 집중 방식에 비해 지연 시간이 길어질 수 있는데, 파일베이스는 자체의 엷지 캐싱 기술을 통해 처리량을 증가시키고 대응 시간을 낮춘다.

고객은 주로 지리적으로 중복된 재해 복구나 비용 절만, 웹3 개발을 위해서 파일베이스를 사용하고 있으며 앞으로 파일 코인과 Arweave 스토리지 네트워크 지원을 연말까지 추가할 계획이다.

골리오스(Golioth)

하드웨어 개발자가 사물인터넷 클라우드 플랫폼을 제공해서 클라우드 엔지니어 팀 없이도 종단간 사물인터넷 제품을 하드웨어와 연결 방식을 선택해서 개발할 수 있도록 지원하는 서비스를 제공하는 회사이다. 골리오스는 사물인터넷을 위한 다양한 오픈 프로토콜과 연결성을 지원하며 보안은 기본이다. 아직 프라 이빗 베타 수준이라 플랫폼 사용을 위해서는 요청을 보내야 하며 베타 테스터에게는 무료로 제공한다.



Ultimate flexibility for developers.

When embedded developers are encouraged to use tools they're familiar with, the resulting IoT devices are more robust, reliable, and reach production sooner. Golioth prioritizes compatibility with the most ubiquitous tools of today, tomorrow, and beyond.

- ✔ Choice in hardware.
- ✔ Choice in connectivity.
- ✔ Choice in messaging protocol.
- ✔ Choice in embedded software.

그림 15 다양한 프로토콜과 환경을 지원하는 골리오스 플랫폼 (출처: 골리오스 홈페이지)

25) <https://firebase.com/blog/introducing-the-new-and-improved-firebase-dashboard/> 참고

디지털서비스 이슈리포트

샌프란시스코 기반이며 제타 벤처 파트너스를 통해 250만 달러 시드 라운딩 투자를 받았으며, 앞으로 개발자 커뮤니티를 통해서 성장과 확장을 꾀할 생각이다.

첫 번째 기기 소프트웨어 개발키트(SDK)는 리눅스 재단의 오픈소스 프로젝트인 제퍼(Zephyr) 프로젝트 용으로 제공한다. 제퍼는 리소스에 제한적인 장치나 사물인터넷 기기를 위한 실시간 운영체제이며²⁶⁾, 콜리오스는 이 제퍼의 기능, 즉 최신의 안전한 네트워킹 스택과 프로토콜을 지원하고 있다.

이터레이티브(Iterative)

데이터셋 관리의 복잡함을 해결함으로써 데이터 과학자의 업무 흐름을 간소화하고자 하는 목적을 가진 머신러닝을 위한 개발 도구를 제공하는 MLOps 스타트업이다. 개발자가 독립적인 인공지능 플랫폼을 만들 필요가 없거나 클라우드 제공 기업의 자체 인공지능 플랫폼을 안 써도 되게 하고자 한다.

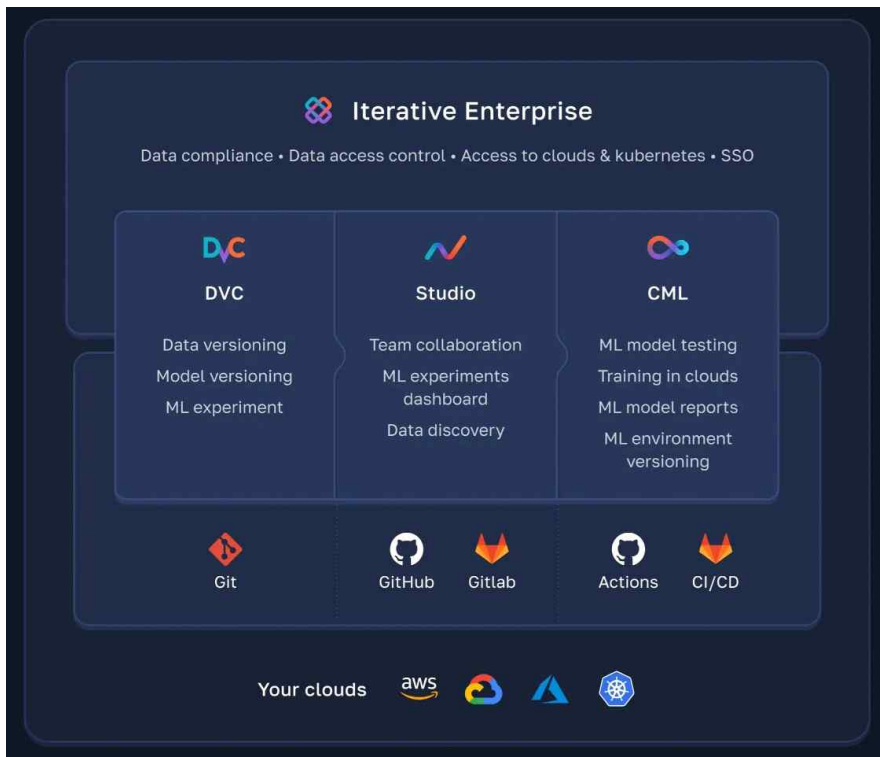


그림 16 이터레이티브가 제공하는 서비스들 (출처: 이터레이티브)

26) Linux Kernel Hacks, “Zephyr Project 소개,” 2017년 3월 22일

디지털서비스 이슈리포트

샌프란시스코 기업으로 독일 베를린의 468캐피탈과 과거 메조스피어 창업자인 플로리안 라이버트로부터 2천만 달러 시리즈 A 투자를 받았다. 이 전에는 트루 벤처스와 아포어 캐피탈에서 투자를 받아서 총 투자 금액은 2,500만 달러이다.²⁷⁾

제품에는 머신러닝 프로젝트를 위한 데이터 버전 컨트롤(DVC)과 CML(지속적 머신러닝)이 있는데 둘 다 오픈소스이다. 지난 6월에 첫 상용 제품인 DVC 스튜디오를 내놓았는데 이는 DVC와 CML을 위한 시각화 인터페이스이다. 깃, 깃허브, 깃랩을 사용하는 데이터 과학자들이 자신의 소스 코드에 대해 협업할 수 있게 지원하며, 협업을 데이터와 지표를 기반으로 할 수 있도록 확장하고 있다.

콩(Kong)

콩은 클라우드 연결 서비스 회사로 인텔리전트 자동화를 사용하는 클라우드, 쿠버네티스, 데이터 센터에 걸쳐 API와 마이크로서비스를 연결하는 소프트웨어와 매니지드 서비스를 만드는 회사이다. 클라우드 네이티브 애플리케이션이 멀티클라우드 환경에서 서비스 간의 종단간 연결성과 가시성을 제공하게 하는 콩 코넥트(Konnect) 서비스 연결 플랫폼을 SaaS 방식으로 제공한다.

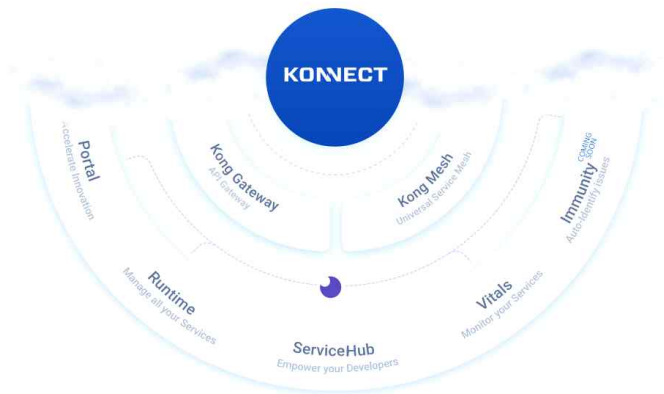


그림 17 콩 코넥트 플랫폼의 주요 서비스 (출처: 콩)

지난 2월 뉴욕의 타이거 글로벌 매니지먼트가 주도한 시리즈 D 펀딩에서 1억 달러를 투자 받아 총 1억 7,100만 달러를 투자받아서 전체 가치가 14억 달러가 되었다. 주요 투자자는 인덱스 벤처스, CRV, GGV 캐피탈, 안드레센 호로위츠, 골드만 삭스 등이다.²⁸⁾

27) TechCrunch, “Iterative raises \$20M for its MLOps platform,” Jun 3, 2021

디지털서비스 이슈리포트

이 서비스는 크게 세 가지 기능으로 이루어졌는데, 사용자가 협업 도구와 세분화된 분석과 함께 API를 디자인, 배포, 최적화하고, 엔터프라이즈 서비스를 발견, 재사용, 거버넌스를 단순화하기 위한 글로벌 서비스 목록을 만들고, 사용자가 선택한 환경에서 고성능 실행을 제공하고 관리할 수 있도록 한다. 기본적으로 사용 기반의 가격 체계로 제공하며 무료, 플러스, 엔터프라이즈 가격 제도가 있다.

매크로메타(Macrometa)

캘리포니아 팔로 알토에 있는 매크로메타는 개발자를 위한 글로벌 데이터 네트워크(GDN)와 엣지컴퓨팅 서비스를 제공한다.

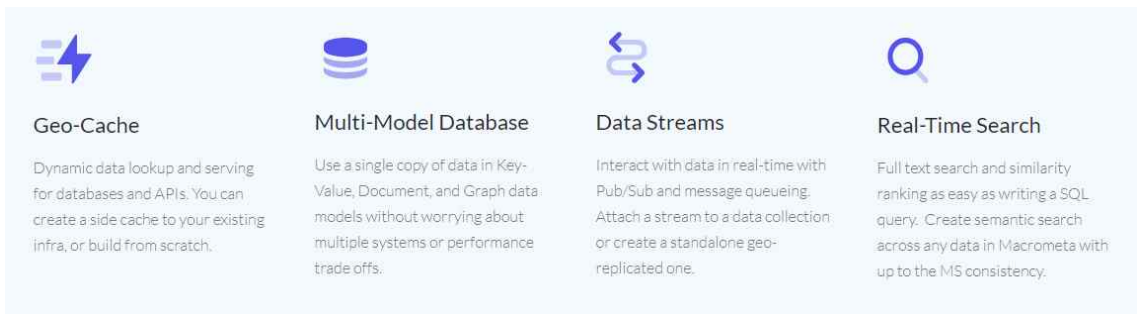


그림 18 매크로메타가 개발자에게 제공하는 서비스들 (출처: 매크로메타 웹사이트)

매크로메타의 GDN은 글로벌하게 분산된 NoSQL 데이터베이스, 저 지연 시간의 스트림 데이터 처리 엔진, 서비스로서의 기능(Function-as-a-Service) 런타임을 탄력적인 서버리스 클라우드와 결합한다. 이를 통해 이벤트 주도, 대량 데이터, 동시성을 갖는 서버리스 클라우드 애플리케이션과 API를 전 세계 175 개의 지점(PoPS)에서 즉각 동작하게 한다.

매크로메타의 고객은 글로벌 기업, 5G 통신사, 웹 스케일 SaaS와 웹 서비스 제공자들이며 이 네트워크를 이용해서 실시간 NoSQL 데이터베이스, 스트림 분석, 인스턴트 질의와 검색 기능을 각 회사의 앱이나 API 엔드에 추가할 수 있다. 샌프란시스코의 클라우드서비스 제공자인 클라우드플레이어와 지난 4월에 글로벌 데이터를 위한 파트너십을 맺었다.

솔트 레이크에 있는 펠리온 벤처 파트너스, DNX벤처스, 벤하무 글로벌 벤처스, 파테코 파트너스, 퓨전 펀드, 스위이 벤처스, 샤키타 벤처스 등에서 시리즈 A로 2천만 달러 투자를 유치했다.

28) Bloomberg, "Kong Raises \$100 Million to Accelerate Cloud Connectivity," Feb 9, 2021

디지털서비스 이슈리포트

스타트리(StarTree)

스타트리는 아파치 피노(Pinot) 기반으로 구축한 서비스로서의 분석(Analytics-as-a-service)를 클라우드에서 제공하는 회사이다. 기본적으로 아파치 피노에 대한 풀 매니지드 클라우드 서비스 제공한다는 것을 내세웠다. 마운틴 뷰에 위치한 이 회사는 올해 5월 시리즈 A로 2,400만 달러 투자를 받았다. 이때 투자한 기업은 베인 캐피탈 벤처스, GGV 캐피탈이며 기존의 CRV도 참여했다.

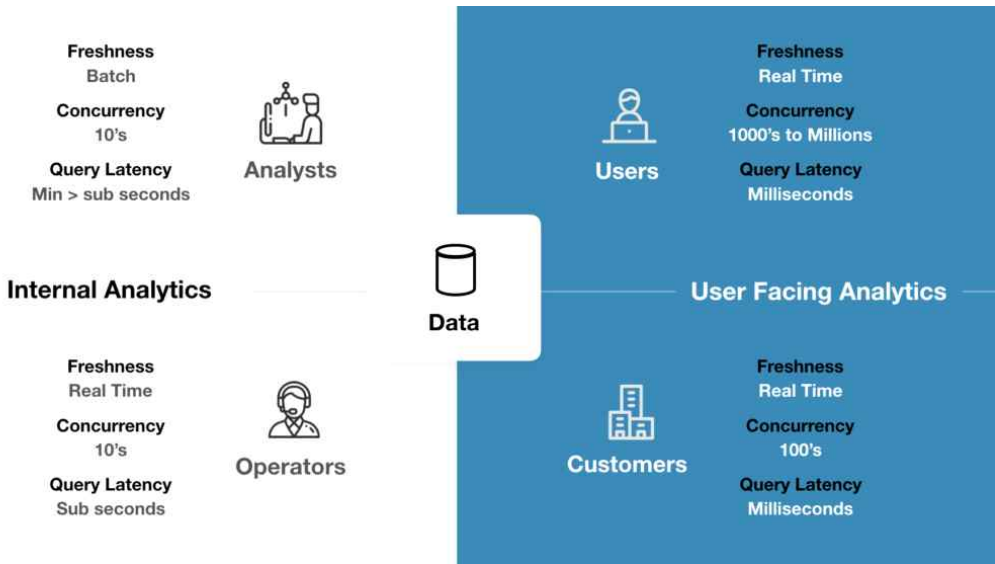


그림 19 내부 분석과 스타트리의 분석 특징 비교 (출처: 스타트리 블로그)

피노 데이터 스토어는 하둡 HDFS, 아마존 S3, 애저 ADLS, 구글 클라우드 스토리지, 아파치 카프카의 스트림 데이터를 포함해 다양한 데이터 소스로부터 데이터를 받을 수 있다. 스타트리는 엔터프라이즈 애플리케이션이나 비즈니스 인텔리전스 시스템을 만들려는 분석가, 데이터 과학자, 개발자를 위한 SaaS 제품이다.

스타트리의 창업자들 자신이 아파치 피노를 만든 사람들이고 이는 링크드인이나 우버에서 플랫폼으로 쓰였다. 피노는 그 외에도 스트라이프, 월마트, 웨이보, 위페이 등에서 규모 있게 사용했다고 한다. 스타트리에겐 아파치 헬릭스(Helix), 써드아이(ThirdEye), 에스프레소, 삼자(Samza) 등을 개발한 엔지니어링 리더들도 참여하고 있다.

디지털서비스 이슈리포트

테트레이트(Tetrade)

2018년에 설립한 샌프란시스코에 있는 기업으로 엔터프라이즈 서비스 메시를 제공한다. 창업자 바론 탈와는 구글에서 오픈소스 이스티오(Istio)와 gRPC를 개발한 사람이다. 테트레이트 플래그십 제품은 테트레이트 서비스 브릿지(TSB)이며 오픈소스인 이스티오, 엔보이 프락시, 아파치 스카이워킹 프로젝트 위에 클라우드 애플리케이션 연결성을 위한 플랫폼이다.

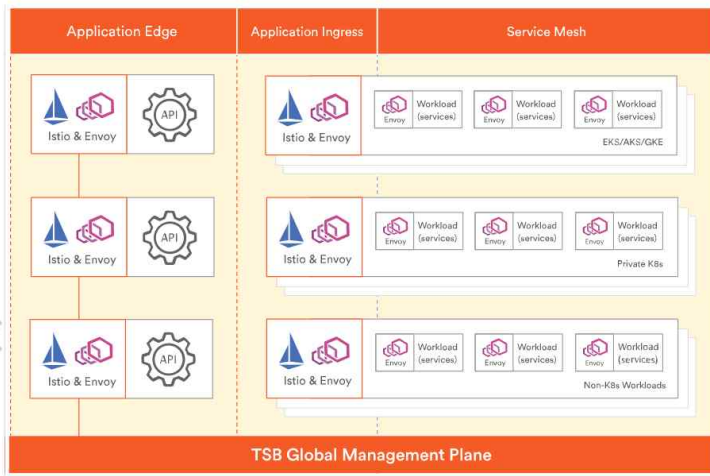


그림 20 테트레이트 서비스 브릿지의 토폴로지 (출처: 테트레이트 웹사이트)

엔터프라이즈 대응 서비스 메시 플랫폼은 멀티 클러스터, 멀티 테넌시, 멀티클라우드 배포를 위해 만들어졌으며, 이를 통해 고객에게 어떤 환경에서도 일관되고, 잘 준비된 관찰 가능성, 런타임 보안과 트래픽 관리를 제공할 수 있다. 다시 말해, 메쉬 관리형 환경 전체에서 서비스를 통합된 방식으로 연결하고 보안을 해주는 엣지부터 워크로드까지 애플리케이션 연결성 플랫폼을 제공하는 것이다.

TSB는 애플리케이션 엣지와 클러스터 입구에 있으며 쿠버네티스와 전통적인 컴퓨터 클러스터에 있는 워크로드 사이에 존재한다. 하나의 관리로 전체 애플리케이션 네트워크에서 연결, 보안, 가시성을 구성하게 하는 것이다.

지난 3월 테트레이트는 사파이어 벤처스, 스케일 벤처 파트너스, NTTVC 등으로부터 시리즈 B 라운딩으로 4천만 달러의 투자를 받았다. 기존 투자자는 델 테크놀로지스 캐피털, 인텔 캐피털, 8VC, 삼성넥스트 등이다.²⁹⁾

29) FINSMES, "Tetrade Raises \$40M in Series B Funding," Mar 10, 2021

디지털서비스 이슈리포트

요타스케일(Yotascale)

클라우드 비용 관리 소프트웨어를 제공함으로써 엔지니어링 팀이 클라우드 비용을 분명히 파악할 수 있게 하고 이를 통해 더 비용 효과적인 의사 결정과 빠른 구매 사이클을 위한 독립적으로 검증된 사용 계획을 수립해 매년 50%의 비용을 절감하게 해주겠다는 것을 내세운 회사이다.

팔로 알토에 있는 이 회사는 통합 비용 관리, 협력적 비용 최적화, 예측 용량 계획에 대한 차세대 접근을 한다고 주장한다. 이런 문제는 쿠버네티스, 컨테이너, 마이크로서비스, 멀티클라우드 등으로 최신 아키텍처가 바꿈으로 더 복잡한 스케일의 솔루션이 필요하기 때문이다.

요타스케일을 사용하는 기업은 줌 비디오 커뮤니케이션즈, 훌루, 도어대시 등 포춘 1,000위에 속한 기업들이며 매년 4배씩 매출이 늘고 있다고 한다.

가트너는 요타스케일을 매력적인 벤더로 선정했으며, 펠리시스 벤처스 등에서 2020년 10월에 시리즈 B 라운딩으로 1,300만 달러 투자를 받았다. 이로서 총 투자 금액은 2,500만 달러에 이른다.

글을 마치며

퍼블릭 클라우드에서 최종 사용자가 소비하는 금액은 2021년에 3,323억 달러에 달한다고 가트너가 예측했다. 이런 증가는 많은 경우 새로운 기술의 등장에 의한 것이다. 컨테이너화, 가상화, 엣지컴퓨팅 등을 넘어서 이제는 멀티클라우드와 인공지능, 사물인터넷 등의 발전이 클라우드컴퓨팅에서 새로운 기회를 만들어 내고 있다.

이번에 소개한 떠오르는 스타트업을 보면 머신러닝 개발과 운영에 관여하는 MLOps나 분석 서비스, 복잡해지고 다양해진 엔터프라이즈 애플리케이션에 대한 연결성과 가시성, 고성능과 비용 절감 등이 기업에 큰 이슈가 되고 있음을 알 수 있다.

국내 기업에서도 이제 전통적인 클라우드서비스에서 벗어나 기업을 위한 새로운 수준의 기술 서비스를 제공하는 기업의 등장할 수 있는 여건이 만들어지고 있다고 본다. 특히 인공지능이나 사물인터넷 분야에서 국내 환경에 보다 적합한 솔루션을 제공하는 역량 있는 스타트업을 나타낼 수 있는 환경과 정책이 필요한 시점이다.

