

게임 업계 워크로드를 위한 Azure SQL 데이터베이스

기술 백서

저자: Pankaj Arora, Microsoft, 수석 소프트웨어 엔지니어

내용

1	서문.....	2
2	입증된 플랫폼.....	2
2.1	입증된 플랫폼으로서의 Azure SQL 데이터베이스.....	3
2.2	Azure 서비스 패브릭 통합.....	3
2.3	자동화된 백업 및 PITR.....	3
3	별도의 배포 단위 및 사용자 정의 관리 윈도우를 사용하는 안정성.....	4
3.1	전체 코어와 스케줄러에서 왜곡 관리.....	5
3.2	의도하지 않은 타이머 비활성화.....	5
4	최고 성능 및 모니터링.....	5
4.1	최고의 기술자, 주 7일 24시간.....	6
4.2	로그인 통제.....	6
4.3	선호도 유형.....	6
4.4	더 신속한 트랜잭션 수행 및 높은 수행 처리량.....	7
4.5	백업 향상.....	7
4.6	탄력적인 IO 리소스 관리 방식.....	7
4.7	유휴 세션 제한 시간 없음.....	7
4.8	최우선 순위 모니터링.....	7
5	Azure SQL 데이터베이스 로드맵을 통한 미래 보장.....	7

1 서문

게임 업계의 리소스 수요는 빠르게 성장하는 클라우드 제공자를 위한 시장 중 하나이며 Microsoft Azure와 Azure SQL 데이터베이스는 가장 낮은 가격대 성능비로 최고로 빠른 성능을 제공하는 것을 매우 중요하게 생각하고 있습니다. 게임 업계 고객들은 새로운 게임 출시 요구에 따라 쉽게 설비를 확장 및 개선하고, 최신 안정 버전의 데이터베이스 엔진을 구동할 수 있게 하며, 내장된 고가용성, 자동화된 백업 및 지역 복제(geo-replication) 기능을 획득할 수 있도록, 가상 컴퓨터나 자체적인 대안보다 Azure SQL 데이터베이스를 선택하고 있습니다.

본 문서는 Azure SQL 데이터베이스가 온라인 게임을 구동하기에 가장 좋은 장소인 *이유*의 기술적인 측면을 간략하게 상술합니다. 본 문서는 4개의 주요한 부분으로 나뉩니다:

Azure 통합, 자동화된 백업, Azure 서비스 패브릭과의 탄탄한 통합을 통한 고가용성을 포함하는 모든 최신 기능으로 **입증된 플랫폼**.

고객이 분리된 테넌트 링(tenant ring)을 소유함으로써 활성화되는 커스텀 관리 윈도우를 포함하는 (개별적 배포 단위) **안정성**.

변칙을 검출하는 최고 성능 및 고급 모니터링 기능. Azure SQL 데이터베이스 고객 지원과 제품 팀의 최고 지원 및 주 7일 24시간 가용성.

꾸준히 하드웨어 아키텍처, 소프트웨어 수용력 및 플랫폼을 발전시키기 위한 **자동화 및 지속적인 미래 성능 향상**

2 입증된 플랫폼

Azure SQL 데이터베이스는 더 광범위한 Microsoft Azure 생태 시스템의 일환인 상품입니다. Azure 계산, 네트워크, 보관 및 SQL 데이터베이스 팀 모두는 서로 밀접하게 협력하여 모든 모듈과 구성 요소 상호작용의 성능을 최대화합니다.

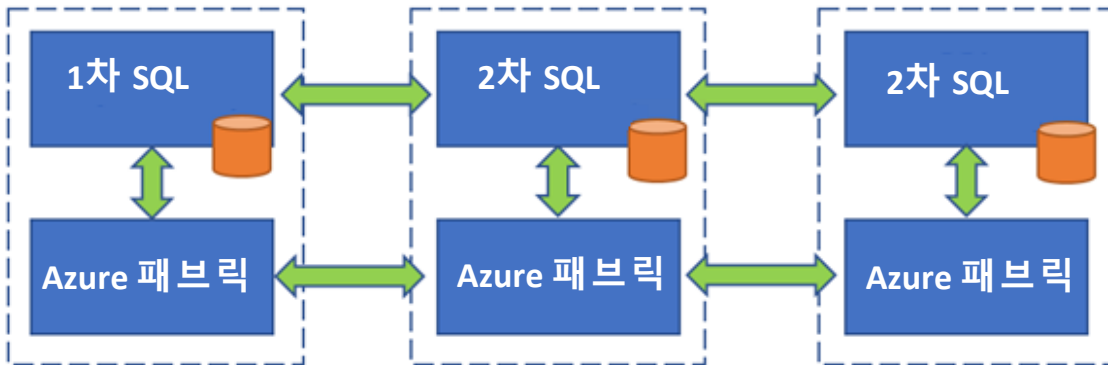
추가로 SQL 기술팀 자체에 Azure SQL 데이터베이스의 운영 책임이 있습니다. Azure SQL 데이터베이스 엔지니어는 100% 데브옵스(DevOps) 모형을 사용하여 모든 기능성을 갖추고 일일 운영 및 서비스 관리도 이끌어 갑니다.

2.1 입증된 플랫폼으로서의 Azure SQL 데이터베이스

Azure SQL 데이터베이스는 경쟁에서 다수의 내재된 혜택을 제공하는 서비스(PaaS)로 진정한 플랫폼이라고 할 수 있습니다.

2.2 Azure 서비스 패브릭 통합

Azure SQL 데이터베이스 플랫폼은 Azure 서비스 패브릭(ASF)과 탄탄하게 통합하여 고가용성(HA)을 유지할 책임이 있습니다. ASF는 로컬 SSD 디스크상에 N 방향 복제를 사용하여 데이터 및 기록 파일을 오래 지속할 수 있도록 해주므로 *단일 고장점에 처할 위험 없이* 성능을 최대화할 수 있습니다.



ASF 사용에 따른 잠재적 혜택:

- 자동화된 리더 선정과 함께 내장 하드웨어, 소프트웨어, 네트워크 고장 검출.
- 데이터 손실이 발생할 수 있는 작동을 지능적으로 차단.
- 업그레이드 조직화, 건전성 평가 및 결합 있는 구조의 자동 롤백.

2.3 자동화된 백업 및 PITR

Azure SQL 데이터베이스 아키텍처는 고객 데이터베이스를 위해 자동으로 백업을 처리합니다. 전체 백업은 매주 실행하고 차등 백업은 매 12시간 마다 실행하며 로그 백업은 매 5분 마다 실행합니다. 사용자는 또한 이 백업이 유지되는 기간을 결정할 수 있습니다. 지정 시간 복원은 또한 셀프 서비스 기능으로 이용할 수 있어서 고객들은 보관 기간의 어느 시점에서든 이 백업에서 데이터베이스 복사본을 복원할 수 있습니다. 이것은 특정 시점에서 게임 플레이를 복원하게 해주므로 예상치 못한 "아뵐사"의 회복(예를 들어, 게임 업그레이드 동안 중요한 데이터의 우연한 삭제)과 게이머 고객 지원에 모두 유용합니다.

3 별도의 배포 단위 및 사용자 정의 관리 윈도우를 사용하는 안정성

고성능 계층 고객을 위한 데이터베이스는 고객 본인의 가상 컴퓨터(VM) 세트에서 별도로 관리됩니다. 이 VM 그룹은 "테넌트 링(tenant ring)"이라고 부릅니다. 각 테넌트 링은 Azure 서비스 패브릭이 관리하며 수용력은 수요에 따라 증가되거나 축소될 수 있습니다.

사용자 정의 관리 윈도우(CMW)는 모든 Microsoft Azure가 시작하는 영향력 있는 업그레이드와 관련 시스템 대체 작동을 관리합니다. 우리의 고객, 현장 기술자(고객을 직접 상대) 및 Microsoft Azure(Azure SQL 데이터베이스 팀 포함)는 유지 관리 업데이트를 위해 매달 최대 2시간 할애에 동의합니다. 그런 다음 Azure SQL 데이터베이스 기술자는 이 공인된 관리 윈도우 안에서 새로운 기능과 버그 수정을 포함한 최신 OS, SQL 2진법을 배포합니다. 해당 서비스는 이 윈도우 안에서 이용 가능하지만 쿼리를 완료하기 위해 재시도할 필요가 있는 짧은 기간(5초 미만)을 경험합니다.

Microsoft와 Azure SQL 데이터베이스 기술팀은 새로운 배포 시작, 기내 배포 모니터링 및 불건전한 신호에 의한 모든 자동화 롤백 조절 기능을 완전히 소유합니다. 팀이 준수하는 몇몇 안내 지침 및 모범 사례:

- Azure SQL 데이터베이스, 서비스 구조 및 게스트 OS 업데이트는 가능할 때면 언제든지 함께 일괄 처리됩니다.
- (때로 다른 업데이트와 병행하여 운영할 수 있다 하더라도) 호스트 업데이트는 별도입니다.
- 각 테넌트 링은 5가지 업데이트 도메인으로 나누어집니다.
- 각 업데이트 도메인마다 업데이트 시간은 전형적으로 해당 시간의 99%에 해당하는 40분 내에서 해당 시간의 50%에 해당하는 15분입니다.
- 가끔 발생하는 (보통 1년에 한 번) Azure VM을 위한 네트워크 관련 업그레이드를 포함하는 탑오브랙(Top-of-rack) 업그레이드.
- 고객은 매달 2시간의 관리 윈도우 기간 동안 시스템 대체 작동을 경험할 수 있습니다. 따라서 영향력이 가장 적은 윈도우 기간 동안 영향력 있는 업데이트를 계획하는 것이 이상적입니다.

격리된 테넌트 링상에서 구동하는 것은 또한 리소스 최적화라는 관점에서 몇몇 운영상의 융통성을 제공합니다. Azure SQL 데이터베이스는 각 노드(*Rgmgr*라고 이름지어짐)에서 구동되는 서비스를 가지고 있습니다. 이것은 하나의 노드에서 CPU, 메모리 및 디스크 리소스를 관리할 책임이 있고 또한 서비스 레벨 목표 (SLO)를 기반으로한 개별 데이터베이스 서비스 리소스를 운영합니다.

3.1 전체 코어와 스케줄러에서 왜곡 관리

잘 알려진 시나리오가 존재하는데 이는 처리 과정이 다중 프로세서 그룹에서 코어로 결합될 때 윈도우 스레드가 프로세서 그룹 및 프로세스가 처음 생성된(프로세스 자체가 P15s와 더 높은 성능 계층의 경우와 마찬가지로 스레드의 관련성을 관리하지 않는 경우) NUMA 노드를 기본값으로 선호하는 시나리오입니다. 이 기본값을 "이상적 노드"라고 부릅니다. 이 효과를 고려해 볼 때 윈도우는 다른 프로세서 그룹 안의 코어가 유휴 상태로 남아 있는 동안 하나의 프로세서 그룹 안에서 SQL 데이터베이스 작업자 스레드 모두를 코어로 계획할 수도 있습니다.

코어와 스케줄러의 왜곡 부하를 피하기 위해, 프로세스(SLO 규모)의 코어 수치가 프로세서 그룹의 규모보다 더 적은 경우에는 *Rgmgr* 새롭게 배치된 데이터 베이스가 *절대* 다양한 프로세서 그룹에서 결합하지 못하게 합니다.

3.2 의도하지 않은 타이머 비활성화

가끔 *Rgmgr* 안에서 재균등화 타이머가 SQL 데이터베이스 프로세스의 선호도 마스크를 바꿔야 하는 (또는 프로세스를 다른 코어 세트에 이동시켜야 하는) 상황이 존재합니다. 이 재결합 과정 동안 프로세스 코어 수치는 동일하게 유지되고 단지 이 프로세스에 결합된 물리적 코어만 바뀝니다. CMW가 특정 기간 밖의 변화를 제한하기 때문에, 해당 타이머를 비활성화하여 크로스 NUMA 이동으로 인해 발생한 모든 충돌을 피할 수 있습니다.

4 최고 성능 및 모니터링

게임 업계는 트랜잭션 처리량 및 개별 트랜잭션 수행 지연 시간에 아주 민감합니다. 현재 고객 VM에서 SQL 트랜잭션 처리 및 복구에 이르는 동안 최대 1ms의 지연 시간이 존재합니다. 이 섹션에서는 낮은 지연 시간 및 트랜잭션 회복력을 보장하기 위해 Azure SQL 데이터베이스가 하는 일을 다룹니다. *다음 섹션에서는 고성능 게임 고객 환경에 적용되는 특수화된 본래 수용력 및 설정을 설명합니다.*

4.1 [최고의 기술자, 주 7일 24시간](#)

고성능 계층에서 운영하는 게임 고객은 Azure SQL 데이터베이스 지원 및 기술팀으로부터 직접적으로 최우선 순위 지원 및 주 7일 24시간의 지원을 받습니다. Azure SQL 데이터베이스 기술팀은 경고와 모니터링을 통해 자동으로 알림을 받습니다. 고객은 또한 작업 처리량 또는 지연 시간에 관련하여 필요한 모든 안내를 받기 위해 직접 저희에게 연락할 수 있습니다.¹

4.2 [로그인 통제](#)

특히 로그인 프로세스를 위해 별도의 스레드 풀(CPU 및 메모리 리소스 포함)을 유지합니다. 이는 가용성이 절대 영향 받지 않게 하고 들어오는 로그인을 처리하기 위해 저장된 리소스가 항상 존재하도록 합니다. Azure SQL 데이터베이스는 NUMA 노드에서 스케줄러를 토대로 하여 편중된 라운드 로빈 알고리즘을 사용합니다.

4.3 [선호도 유형](#)

이전 섹션에서 설명한 대로 프로세서가 항상 단일 프로세서 그룹에 잘 조화되는 경우 *RgMgr* 은 그에 맞춰서 해당 프로세서의 할당을 보장합니다. 20 vCore와 및 그 이상이 존재하는 데이터베이스는 물론 P15 서비스 계층을 위해 단일 프로세서 그룹상에서 모든 프로세서에 잘 조화하는 것이 불가능한 곳에서 Azure SQL 데이터베이스는 단단한 선호도로 구동됩니다. 이는 SQL이 두 프로세서 그룹에서 CPU 스레드를 사용하는 작업자 스레드 선호도를 의도적으로 구성하기 위해서입니다. "단단한 선호도"는 SQL 데이터베이스가 하나의 노드에서 모든 코어를 열거하고 각 코어를 위해 SOS 스케줄러를 생성하는 모드입니다. SQL 선호도 마스크에 존재하지 않는 스케줄러 및 코어는 오프라인으로 표시됩니다.

P6와 같은 작은 SKU를 위해 이것은 결과적으로 더 많은 문제를 야기할 수 있는 오프라인 NUMA 노드가 되므로 우리는 단일 프로세서 그룹에 잘 조화하는 SKU를 위한 단단한 선호도 환경을 피합니다. 이런 SKU는 관용적 선호도 환경과 함께 구동합니다. 이것은 윈도우가 필요한 경우 실제 소비량을 토대로 한 코어에서 스레드를 바꿀 수 있게 해 줍니다. *이 구성은 벤치마크 테스트와 고객 피드백을 토대로 더욱 예측 가능한 지연 속도를 생성합니다.* 이 선호도 정책은 더 나은 작업량 성능 및 예측 가능성을 제공합니다.

¹ 위에서 설명한 대부분의 설정, 모니터링 및 경고는 현재 Azure SQL 데이터베이스에서(특히 P15 또는 40 이상 Vcore 같은 높은 제안 상품에서) 확장된 기타 제안 상품에 적용됩니다. 일반적으로 저희 원칙은 게임 업계 작업량을 위한 Azure SQL 데이터베이스를 유지 관리하는 것에서부터 어디에서나 사용 가능한 전체 Azure SQL 데이터베이스의 다른 제안 상품까지 이르는 모든 학습에 안전하게 적용되어 왔습니다.

4.4 [더 신속한 트랜잭션 수행 및 높은 수행 처리량](#)

트랜잭션 로그 수행은 제압되거나 통제되지 않습니다. 이것은 게임 작업량을 위해 더 높은 처리량을 가능하게 합니다. 자동화 로그 잘라내기는 활성 사용자 트랜잭션을 위해 경쟁을 피하기 위하여 비활성화됩니다. 다시 한번 이것은 고객 작업량을 돕는 것에 해당하고 우리는 여전히 트랜잭션 로그 백업 및 체크 포인트 프로세스 재발생의 일부로서 로그를 축소합니다.

4.5 [백업 향상](#)

Azure SQL 데이터베이스는 고객 작업량을 항상 최우선으로 구동하고 가능한 많은 리소스를 얻을 수 있게 하기 위하여 데이터베이스 백업 기능을 이용할 수 있는 CPU 리소스를 관리합니다. 고객 작업량의 감소된 트래픽 기간을 토대로 한 사용자 지정 차등 백업 일정도 이용가능합니다.

4.6 [탄력적인 IO 리소스 관리 방식](#)

프리미엄 계층 및 중요 비즈니스 계층 게임 데이터베이스를 위한 읽기 및 쓰기 활동용 IO 관련 리소스 통제가 여유로워집니다. 이것은 Azure SQL 데이터베이스 작업량이 높은 피크 시간대 동안 노드 수준 SSD 한계에 도달할 수 있게 해줍니다.

4.7 [유휴 세션 제한 시간 없음](#)

유휴 세션은 지속될 필요가 있는 동안 계속 지속됩니다 - 강제로 연결 해제되지 않습니다.

4.8 [최우선 순위 모니터링](#)

로그인 실패는 우선 순위가 정해지고 모든 고객 설정 경고는 사건 발생시 5분 이하로 나타나도록 합니다.

5 Azure SQL 데이터베이스 로드맵을 통한 미래 보장

이 글에는 게임 작업량 및 특성에 적용되는 Azure SQL 데이터베이스를 위해 계획된 몇 가지 개선 사항이 있습니다.

- Azure SQL 데이터베이스 관리 예시 제공을 통한 전체 SQL 서버 호환성
- 지속적인 PaaS 서비스 개선:
 - Azure SQL 데이터베이스 하이퍼스케일 (100TB까지 데이터 수용력을 제공하는 융통성 있는 저장소)
 - 오늘날 CMW 기간은 Azure SQL 데이터베이스 기술자가 시스템 속으로 프로그램화합니다. 향후 자동화된 환경 및 모니터링을 지원합니다.

- 고성능 TR상에서 데이터베이스를 위한 윈도우 작업 개체로 글로벌 CPU 관리를 조사하고 있습니다. 이는 선호도를 관리할 필요 없이 더 많은 병행을 가능하게 합니다. 이 변화의 초기 테스트는 성능 수치에서 20 - 30% 증가를 보여줍니다.
- 직접 NVMe 및 RDMA 지원, 4M IOPS 및 500 us 왕복 지연 시간을 포함한 Gen 6 하드웨어 소개
아래 표는 예상 지연 시간을 구체적으로 보여줍니다:

트랜잭션 수행 (시간 구성 요소)	가속화된 네트워크를 포함한 Gen5	Gen6 + 직접 NVMe + RDMA + 근접 지역
SQL로의 또는 SQL로부터의 고객 VM	300us	75us
1차 SQL 업데이트 (CPU + 디스크)	300us	300us
2차로의 혹은 2차로부터의 1차	300us	15us
2차 로그 수행 (디스크)	100us	100us
총 시간	1000us	490us