Illumina Proactive 기술 노트

Illumina Proactive의 장점과 Illumina 시퀀싱 기기를 사용한 성능 모니터링 방법에 관한 지침을 설명합니다.

목차

Illumina Proactive를 통한 운영 효율 극대화 2
Illumina Proactive의 장점 2
기기 작동 시간 극대화 2
보다 효율적인 문제 해결 2
시간, 인력, 소중한 샘플의 손실을 방지할 수 있습니다. 2
기기 성능 데이터는 무엇이고 왜 중요한가? 2
Illumina Proactive를 활성화하는 방법 2
Illumina Proactive 활성화 요구 사항: 3
Illumina Proactive 활성화 지침: 3
데이터 보안 고려 사항 3
인바운드 포트 차단 3
소프트웨어 제한 정책 3
개선된 기기 경험 도구 모음 3
Windows 보안 업데이트 3
전송 보안 3
잠겨진 상태의 암호화 4
데이터 센터 보안 4
데이터 보안에 관해 자주 묻는 질문 4
부록 5
범용 설정 5
안티바이러스 구성 5
운영 체제 구성 6
Windows 업데이트 6
타사 소프트웨어 6
사용자 행동 6
그룹 정책 적용 6
암호 관리 6
관리 권리 및 권한 6
기기별 설정 7
기기 성능 데이터 유형 9
참고 문헌 12

Illumina Proactive를 통한 운영 효율 극대화

Illumina는 다수의 실험실에서 사용하는 핵심 생산 기술인 차세대 시퀀싱(NGS) 기기를 광범위한 제품군으로 제공하고 있습니다. 사용자가 큰 규모의 시퀀싱 센터를 운영하는 경우 또는 단일 기기를 사용하는 작은 규모의 연구 실험실의 경우, 모두 최대 처리량과 최적의 사용을 위해 믿을 수 있는 기기 운영및 관리는 매우 중요합니다.

이 목표를 달성하기 위해서 Illumina는 능동적인 유지관리를 위해 각 실행마다 기기 성능 데이터를 Illumina로 전송하는 모니터링 서비스인 Illumina Proactive를 제공합니다. 모든 Illumina 시퀀싱 기기는 성능 데이터를 수집하도록 설계되었으나 성능을 모니터링하는 데 사용되는 데이터 유형은 소프트웨어 버전에 따라 다릅니다. Illumina Proactive를 활성화시킴으로써, 사용자는 보다 정확히 작동 중지에 대한 진단을 내릴 수 있고 작동 중지 위험을 감지할 수 있어 문제 해결을 용이하게 할 수 있습니다. 이에 더해, Illumina Proactive는 기기 작동 시간 증가, 운영 효율 향상, 리소스 손실 위험 감소 등의 이점을 제공합니다.

이 기술 노트에서는 기기 성능 모니터링의 이점을 설명하고 Illumina Proactive를 활성화하는 지침을 제공하며 데이터 보안에 관해 자주 묻는 질문에 관한 대답을 제공합니다.

Illumina Proactive의 장점

기기 작동 시간 극대화

예방 감지 및 기기 작동 중지 위험 상승 알림을 통해 예기치 못한 작동 중지 시간을 줄이고 사용자의 편의에 따라 부품 교체 일정을 조율할 수 있도록 해줍니다. 이 기능은 여러 Illumina 기기 부품에서 사용 가능하며 향후에 다른 기기에도 사용 가능하게 될 것입니다.

보다 효율적인 문제 해결

사용자가 필요한 정보를 찾아 다운로드하고 전송하는 것은 불필요한 시간 지연을 초래합니다. 그에 반해, Illumina 서비스 및 지원 팀이 기기 성능 변수에 직접적으로 액세스하면 신속하게 기기 문제를 진단하고 문제를 해결할 수 있습니다. 또한, 성능 기록 모니터링을 통해 효율적인 문제 해결을 수행할 수 있으며 기기 예방 수리를 수행할 수도 있습니다.

시간, 인력, 소중한 샘플의 손실을 방지할 수 있습니다.

기기 성능 모니터링, 능동적인 알림, 예방 수리를 통해 작업 효율성과 위험 관리를 향상시킬 수 있습니다. Run 중 실패를 방지함으로써 관련된 시간, 인력, 시퀀싱 시약, 소중한 샘플의 손실을 줄일 수 있습니다(그림 1).

그림 1: 작동 중지 위험 감지와 문제 해결을 통해 Illumina Proactive가 실험실에 주는 이점의 예—시스템 성능 데이터에 대한 정기적인 모니터링을 통한 광학 하드웨어의 작동 중지 위험을 감지합니다. 이는 고우선순위 프로젝트에서 예측 가능한 유지 관리를 가능토록 합니다. 잠재적인 시간, 인력, 샘플 손실 비용 지출을 방지할 수 있습니다.

기기 성능 데이터는 무엇이고 왜 중요한가?

기기 성능 데이터는 소프트웨어 로그, 기기 구성 및 기타 파일 유형을 포함한 시퀀싱 기기의 운영 성능을 나타내는 모든 데이터를 지칭합니다. 시퀀싱 데이터는 이 카테고리에 포함되지 않으며, 동일 데이터 스트림을 통해 접속할 수 없고 보고되지 않습니다. 기기 성능 데이터는 다양한 방법을 통해 작동 중지 위험 예측, 작동 중지 감지, 성능 문제 해결을 지원합니다(표 1).

표 1: 기기 성능 데이터의 유형

	실행 성능 데이터	기기 구성 데이터	실행 구성 데이터
수집된 데이터	퀄리티 스코어(Q-score), 오류율, 기기 운영 로그	기기 시리얼 번호, 소프트웨어 버전	실행 변수, 시약 및 플로우 셀 로트 번호, 1차 분석 설정 및 구성.
Illumina가 사용한 데이터	작동 중지 위험 예측, 작동 중지 감지	Run 문제 해결	Run 문제 해결
사용자가 갖는 이점	광학적, 기계적, 열역학, 유체역학적 시스템 성능과 관련된 오류 및 경고 알림을 분석할 수 있도록 합니다.	소프트웨어 버전, 기기 유형 또는 기타 하드웨어 변수가 성능 문제에 영향을 끼치는지 평가할 수 있도록 합니다.	로트 번호, 실험 유형 그리고 기타 성능 문제에 영향을 끼치는 실험 변수에 관한 정보를 알려줍니다.

Illumina Proactive를 활성화하는 방법

각 시스템에서, 기기 성능 모니터링은 사용자에 의해 제어 소프트웨어에서 구성됩니다. 사용설명서에 기기 성능 데이터 전달을 활성화 또는 비활성화 할 수 있는 방법에 관한 상세한 내용이 설명되어 있습니다. 범용 및 기기별 네트워크 구성에 관한 보다 상세한 내용은 본 문서의 범용 설정 및 기기별 설정 섹션을 참조하십시오.

Illumina Proactive 활성화 요구 사항:

- 포트 443, 80, 8080
- 각 지역의 BaseSpace 도메인
- 전달을 위한 1GB 네트워크 스위치 연결 네트워킹 및 대역폭에 관한 추가 내용은 기기별 현장 준비 가이드에서 확인할 수 있습니다.
- 소프트웨어는 성능 모니터링을 활성화할 수 있도록 구성되어야 합니다.

Illumina Proactive 활성화 지침:

1. 자격을 갖춘 IT 담당자가 정보 보안에 관한 모든 문제를 해결하였으며 모든 요구 사항이 충족되었음을 확인합니다.

2. 현재 시스템 기기 성능 모니터링 설정을 확인합니다. 일부 기기는 기본값으로 이미 설정되어 있을 수 있습니다. 기기 성능 모니터링 설정을 참조하십시오(표 5).

3. Run을 시작하기 전에 'Illumina로 기기 성능 데이터 보내기' 체크박스를 활성화합니다. 문구가 다소 차이가 있다 하더라도, 모든 Illumina 기기는 사용자 인터페이스에 이 옵션을 포함하고 있습니다.

데이터 보안 고려 사항

Illumina 고객에게 있어 가장 중요한 것은 데이터 보안입니다. 새로운 시스템을 설계하고 새로운 위협에 관한 정보를 인지하면서 지속적으로 노력한 결과 Illumina 운영 체제의 보안 수준이 향상되었습니다.

인바운드 포트 차단

Illumina 시퀀싱 시스템은 인터넷으로부터의 인바운드 포트를 필요로 하지 않습니다. Illumina는 이러한 포트를 차단하는 것을 권장하고 있으며 이는 인터넷을 통해 로그인 화면에 접속할 가능성을 감소시켜 줍니다. 이 보안 방법으로 원거리에서 운영 체제에 접속할 가능성을 줄일 수 있습니다.

소프트웨어 제한 정책

NovaSeq™ 및 iSeq™ 시스템은 소프트웨어 제한 정책(SRP)으로 불리는 기능을 갖추고 있습니다. 이는 Illumina가 승인한(화이트리스트) Illumina 컴퓨터에서의 애플리케이션 구동을 제한합니다. 이 제한 정책을 통해 악성소프트웨어가 침투하였다 하더라도 악성소프트웨어의 실행을 방지할 수 있습니다. 왜냐하면, 사용자에게 파일이 어떻게 보이는지와 무관하게 SRP 보호 기능이 파일의 실행을 방지하기 때문입니다(예: 악성소프트웨어가 이미지 파일 또는 Excel 스프레드시트 형식으로 보일 수 있습니다).

개선된 기기 경험 도구 모음

NovaSeq 시스템은 개선된 기기 경험 도구 모음(EMET: Enhanced machine experience toolkit)이라는 기능을 갖추고 있습니다. Microsoft가 설계한 EMET는 Microsoft Windows에서 추가적인 보안층을 제공합니다. Windows 보안 기능을 조정할 수 있는 인터페이스를 갖추고 있는 EMET는, 방화벽과 사용자가 선택한 안티바이러스 소프트웨어 사이에 위치하는 추가적이고 보완적인 보안 도구입니다.

Windows 보안 업데이트

Illumina는 모든 Windows 보안 업데이트를 정기적으로 수행할 것을 권장합니다. 하지만, 이 기능은 기본값으로 설정되어 있지 않습니다. 보안 업데이트를 활성화하는 방법에 대한 지침은 Microsoft 보안 업데이트 가이드에서 제공합니다.[1]

전송 보안

기기들은 웹 기반 애플리케이션 프로그램 인터페이스(API)를 통해 BaseSpace™ Sequence Hub와 통신합니다. 시퀀싱 기기와 BaseSpace Sequence Hub 간의 모든 트래픽은 인터넷을 통하는 민감한 통신 정보를 암호화하는 인터넷 표준인 전송 계층 보안(TLS)을 사용합니다. 모든 서비스는 API 키 서명을 필요로 하며, 서비스는 이외 모든 접속을 거부합니다.

잠겨진 상태의 암호화

영구적인 저장 시스템에 저장된 데이터는 '잠겨진' 상태로 불립니다. BaseSpace Sequence Hub는 고급 암호화 시스템(AES)-256을 사용하여 데이터를 잠겨진 상태로 보호합니다. AES-256은 전자 데이터에 관한 사양으로 미국 표준기술원(NIST)에 의해 확립되었습니다.[2]

데이터 센터 보안

BaseSpace Sequnece Hub는 아마존 웹 서비스(AWS)가 제공하는 클라우드 인프라에 구축되었으며 이를 통해 ISO 27001[3]을 취득하였고 미국 건강 보험 양도 및 책임에 관한 법률(HIPAA)을 준수합니다. Illumina의 서비스형 소프트웨어(SaaS) 제품들은, 개인정보 보호법령(GDPR)을 포함한 데이터 보호와 데이터 취급에 관한 모범 사례 및 법률을 준수하도록 설계되고 운영됩니다.[4] 고객은 본인의 개인 데이터 사용에 관해 GDPR 의무 준수 여부를 고려하여야 합니다. 클라우드 보안, 개인정보, HIPAA, GDPR에 관한 보다 자세한 정보는 별도의 정식 보고서에서 확인하실 수 있습니다.[5,6]

데이터 보안에 관해 자주 묻는 질문

Illumina Proactive를 활성화하면 제 시퀀스 데이터도 Illumina로 전송됩니까?
아닙니다. 앞서 기술한 것처럼 소프트웨어 로그와 기기 구성을 포함하는 기기 성능 데이터만 Illumina로 전송됩니다. 시퀀싱 실행 데이터는 전송되지 않으며 본 서비스를 통해 액세스할 수 없습니다. 다양한 기능이 기기 성능 모니터링과 시퀀스 데이터 분석 간의 연결을 구분합니다 (표 2).

표 2: BaseSpace Sequence Hub 연결 옵션

속성	Illumina Proactive 모드	Run 모니터링 모드	BaseSpace Sequence Hub 분석 모드
연결 유형	일회성 기기 구성	Run당 사용자 연결	Run당 사용자 연결
인터넷 연결을 필요로 합니다.	X	X	X
기기 구성 및 운영 로그를 포함합니다.[a]	X	X	X
BaseSpace Sequence Hub 로그인을 필요로 합니다.		X	X
시퀀스 데이터[BCL] 파일을 포함합니다.			X

a. 특정 기기 구성 및 운영 로그에 대한 자세한 내용은 부록의 기기별 설정 섹션을 참조하십시오.

제 기기 성능 데이터를 Illumina로 전송하면 모든 유형의 작동 중지 위험이 능동적으로 감지됩니까?
아닙니다. 기기 성능 모니터링은 현재까지 여러 사례에 걸쳐 성공적으로 능동적인 유지 관리를 해왔습니다. 더욱 많은 양의 데이터를 사용함에 따라, 본 서비스의 수용 능력을 확장하고 개선하여 Illumina의 모든 시퀀싱 제품에 적용되도록 할 것입니다.

이 서비스를 사용하려면 제 BaseSpace Sequence Hub에 로그인해야 합니까?
아닙니다. 기기 성능 데이터 모드를 위해서는 Illumina와의 네트워크 연결만을 필요로 합니다. 기기 성능 데이터와 시퀀싱 데이터는 상호 독립적으로 전송되므로 BaseSpace Sequence Hub 로그인은 필요하지 않습니다.

이 서비스를 활성화하기 전에 저희 정보 보안 팀이 추가적인 기술 정보를 원합니다. 추가적인 정보를 받을 수 있습니까?
예. 추가적인 상세 정보와 데이터 보안 고려 사항에 관한 세부 사항을 이 문서에서 확인하실 수 있습니다. 각 시스템별 현장 준비 가이드 링크 또한 부록에서 확인하실 수 있습니다. SaaS 보안에 관한 보다 자세한 정보는 BaseSpace Sequence Hub 보안 백서에서 확인하실 수 있습니다.[5]

Illumina Proactive는 GDPR을 준수합니까?
예. Illumina SaaS 제품은 GDPR을 포함한 국제법을 준수하도록 설계되고 운영됩니다.

데이터 보안과 관련하여 Illumina가 권장하는 다른 모범 사례가 있습니까?
Illumina는 실험 이름 또는 샘플 ID로부터 샘플별 정보를 분리할 것을 강하게 권장합니다.

부록

이어지는 섹션들에서는 Illumina Proactive를 구현하기 위해 IT 부서가 알아야 할 요구 사항에 대한 정보를 포함합니다.

범용 설정

Illumina Proactive를 구현하거나 통합하기 위해 모든 Illumina 시스템에 공통되는 몇 가지 통합 설정.

표 3: Illumina 시퀀싱 시스템의 범용 설정

BaseSpace 인스턴스	Whitelist 도메인
미국 Nonenterprise 사례:	basespace.illumina.com
	api.basespace.illumina.com
	instruments.sh.basespace.illumina.com
	basespace-data-east.s3-external-1.amazonaws.com
	basespace-data-east.s3.amazonaws.com
유럽연합 Nonenterprise 사례:	euc1.sh.basespace.illumina.com
	api.euc1.sh.basepace.illumina.com
	instruments.sh.basespace.illumina.com
	euc1-prd-seq-hub-data-bucket.s3-eu-central-1.amazonaws.com
중국 Nonenterprise 사례:	cnn1.sh.basespace.illumina.com.cn
	api.cnn1.sh.basespace.illumina.com.cn
	instruments.sh.basespace.illumina.com.cn
	cn-sh-cnn1-prod-seq-hub-data-bucket.s3.cn-north-1.amazonaws.com.cn
미국 Enterprise 사례:	{domain}.basespace.illumina.com
	{domain}.api.basepace.illumina.com
	instruments.sh.basespace.illumina.com
	basespace-data-east.s3-external-1.amazonaws.com
	basespace-data-east.s3.amazonaws.com
유럽연합 Enterprise 사례:	{domain}.euc1.sh.basespace.illumina.com
	{domain}.api.euc1.sh.basepace.illumina.com
	instruments.sh.basespace.illumina.com
	euc1-prd-seq-hub-data-bucket.s3-eu-central-1.amazonaws.com
포트 규격	
포트(아웃바운드)	용도
443	BaseSpace Sequence Hub 구성
80	BaseSpace Sequence Hub 데이터 업로드
8080	소프트웨어 업데이트

LRM(Local Run Manager)의 경우를 제외하고 인바운드 포트는 필요하거나 권장되지 않습니다. 일부 시스템에서는 기본값으로 RDP(Remote Desktop Protocol; 원격 데스크톱 프로토콜)를 사용하도록 설정할 수 있으며, LRM이 로컬 허용 목록에 대한 요구 사항으로 명시되지 않는 한 RDP를 비롯한 모든 인바운드 포트를 닫는 것이 좋습니다. LRM은 인터넷 연결을 필요로 하지 않으며, 로컬 스토리지와 관리 리소스에만 연결을 필요로 합니다.

Illumina 보안 모범 사례 가이드에서 방화벽 및 RDP에 관한 더 많은 정보를 확인할 수 있습니다.[7]

안티바이러스 구성

기기 제어 컴퓨터를 바이러스로부터 보호하기 위해 사용자가 추천하는 백신 소프트웨어를 사용할 것을 강력하게 권장합니다. 데이터 손실 또는 중단을 방지하기 위해 백신 소프트웨어를 다음과 같이 구성하십시오.

- 수동 스캔으로 설정합니다. 자동 스캔은 허용하지 마십시오.
- 기기를 사용하지 않을 때에만 수동 스캔을 수행하십시오.
- 업데이트는 사용자 승인 없이 다운로드되도록 하고 설치는 하지 않도록 설정합니다.
- 기기 작동 중에는 업데이트하지 마십시오. 기기가 실행되고 있지 않고 기기 제어 컴퓨터를 재부팅해도 안전할 때만 업데이트합니다.
- 업데이트 시 컴퓨터를 자동으로 재부팅하지 마십시오.
- 애플리케이션 디렉토리와 데이터 드라이브를 실시간 파일 시스템 보호 기능에서 제외합니다. 이 설정을 C:₩Illumina 및 Z:₩ilmn 디렉토리에 적용합니다.
- Windows Defender를 비활성화합니다. 이 Windows 제품은 Illumina 소프트웨어가 사용하는 운영 체제 리소스에 영향을 줄 수 있습니다.

운영 체제 구성

Illumina 기기는 배송 전 사양 내 작동 테스트 및 인증을 거칩니다. 설치가 끝난 후, 설정을 변경하면 성능 또는 보안상의 위험이 발생할 수 있습니다. 다음 구성 권장사항을 따르면 운영 체제의 성능 및 보안상의 위험이 감소합니다.

- 최소 10자 이상의 암호를 설정하고 추가 지침으로 local ID 정책을 사용합니다. 암호를 기록해 두십시오.
- Illumina는 고객 로그인 자격 증명을 보관하지 않으며, 암호 분실 시 재설정할 수 없습니다.
- 알 수 없는 암호의 경우 Illumina 담당자가 기기를 공장 출고 상태로 복원해야 하는데, 이 경우 시스템에서 모든 데이터가 삭제되며 지원에 필요한 시간이 더욱 늘어납니다.
- 업데이트를 수행하지 않도록 Windows 자동 업데이트 구성을 변경하십시오.
- 그룹 정책 개체(GPO)가 포함된 도메인에 연결하는 경우, 일부 설정이 운영 체제 또는 기기 소프트웨어에 영향을 미칠 수 있습니다. 기기 소프트웨어가 올바르게 작동하지 않으면, 귀하의 시설 IT 관리자에게 가능한 GPO 간섭 요인에 대해 문의하십시오.
- Windows 방화벽 또는 네트워트 방화벽(하드웨어 또는 소프트웨어)을 사용하고 원격 데스크톱 프로토콜(RDP)을 비활성화합니다. 방화벽과 RDP에 대한 자세한 정보는 Illumina 보안 모범 사례 가이드를 참조하십시오.[5]
- 사용자의 관리 권한을 유지합니다. Illumina 기기 소프트웨어는 기기 배송 시 사용자 권한을 허용하도록 구성됩니다.
- 시스템은 고정 내부 IP 주소를 사용하기 때문에 충돌이 일어나는 경우 시스템 오류가 발생할 수 있습니다.
- 제어 컴퓨터는 Illumina 시퀀싱 시스템을 작동하도록 설계되었습니다. 웹 검색, 이메일 확인, 문서 검토 및 기타 nonsequencing 활동은 품질 및 보안 문제를 초래합니다.

Windows 업데이트

Illumina는 중요한 보안 업데이트만을 적용하는 것을 권장합니다. 제어 컴퓨터의 환경 설정 구성 및 작동을 제어하고 보다 안정적인 운영 환경을 구현하기 위해 기본 Windows OS에서는 Windows 업데이트를 꺼놓습니다. 시스템의 기능 및 일반 업데이트는 시스템 운영 환경에 위험 요소로 작용할 수 있으며 지원되지 않을 수 있습니다.

Illumina 보안 모범 사례 가이드에서 Windows 업데이트를 대체할 수 있는 더 많은 정보를 확인할 수 있습니다.[5]

타사 소프트웨어

Illumina는 설치 시 제공되는 항목 이외의 소프트웨어를 지원하지 않습니다. 시스템과 함께 제공되지 않은 Chrome, Java, Box 및 일체의 타사 소프트웨어를 설치하지 마십시오. 타사 소프트웨어는 테스트되지 않았으며 성능 및 보안에 악영향을 끼칠 수 있습니다. 예를 들어 RoboCopy 또는 기타 동기화 및 스트리밍 프로그램은 제어 소프트웨어 제품군이 수행하는 스트리밍을 방해하여 시퀀싱 데이터의 손상 또는 누락을 초래할 수 있습니다.

사용자 행동

기기 제어 컴퓨터는 Illumina 시퀀싱 시스템을 작동하기 위해 설계되었습니다. 일반 목적으로 컴퓨터를 사용하면 안 됩니다. 품질과 보안을 위해 제어 컴퓨터를 웹 검색, 이메일 확인, 문서 검토, 또는 기타 불필요한 활동에 사용하는 것은 권장하지 않으며, 이는 성능 저하 또는 데이터 손실의 원인이 될 수 있습니다.

그룹 정책 적용

그룹 정책 개체(GPO)가 포함된 도메인에 연결하는 경우 일부 설정이 운영 체제 또는 기기 소프트웨어에 영향을 미칠 수 있습니다. 기기 소프트웨어가 올바르게 작동하지 않으면 귀하의 시설 IT 관리자에게 가능한 GPO 간섭 요인에 대해 문의하십시오.

암호 관리

최소 10자 이상의 암호를 설정하고 추가 지침으로 local ID 정책을 사용합니다. 암호를 기록해 두십시오. 고객 보안을 위해 Illumina는 고객 로그인 자격 증명을 보관하지 않으며 암호 분실시 재설정할 수 없습니다. 암호를 분실한 경우 Illumina 담당자가 기기를 공장 출고 상태로 복원해야 하는데, 이 경우 시스템에서 모든 데이터가 삭제되며 지원에 필요한 시간이 더욱 늘어납니다.

관리 권리 및 권한

사용자의 관리 권한을 유지합니다. Illumina 기기 소프트웨어는 기기 배송 시 사용자 권한을 허용하도록 구성됩니다.

표 4: 내부 시스템 운영을 위한 일반적 승인 요구 사항

연결	값	용도
도메인	로컬호스트:*	프로세스 간 커뮤니케이션에 필요한 로컬호스트 간 통신용 모든 포트
포트	8081	실시간 분석
포트	8080	제어 소프트웨어
포트	8090	원격 복제 서비스

기기별 설정

이전에 언급한 설정에 추가로, 각 플랫폼 별로 고려되어야 할 내부 권장 설정이 있습니다.

표 5: Illumina 시퀀싱 시스템의 정보 보안 사양

시스템	SRP	EMET	기본 IPD 설정	옵트인 또는 옵트아웃	소프트웨어 업그레이드에서의 IPD 설정
NovaSeq	예	예	켜짐	옵트아웃	기존 설정 복구
HiSeq™	아니요	아니요	켜짐	옵트아웃	켜짐으로 재설정
NextSeq™	아니요	아니요	켜짐	옵트아웃	기존 설정 복구
NextSeq 550Dx	예	예	꺼짐	옵트인	기존 설정 복구
MiSeq™	아니요	아니요	켜짐	옵트아웃	기존 설정 복구
MiSeqDx	아니요	아니요	꺼짐	옵트인	기존 설정 복구
MiniSeq™	아니요	아니요	켜짐	옵트아웃	기존 설정 복구
iSeq 100	예	아니요	켜짐	옵트아웃	기존 설정 복구
HiScan™SQ	아니요	아니요	켜짐	옵트아웃	켜짐으로 재설정

LRM 모듈을 갖춘 시스템의 경우 포트 80은 로컬 네트워크만 인바운드해야 합니다.

표 6: 시스템 내부 통신 요구 사항

시스템	포트 및 IP 주소	용도	대역폭 요구 사항
NovaSeq	5555	하드웨어 제어기 인터페이스	200MB/시스템
NovaSeq	22, 80, 111, 443, 623, 2049, 5900, 8889, 9980, 169.254.x.x, fddc:65e5:66fa::1/48, fddc:65e5:66fa::2/48	내부 데이터 전송	200MB/시스템
HiSeq		HiSeq 시스템은 내부 IP 통신 프로세스를 갖고 있지 않습니다.	100MB/시스템
NextSeq	192.168.113.*:*	모든 포트를 허용합니다. 이는 내부 네트워크 카드 펌웨어와의 통신 링크입니다.	50MB/시스템
NextSeq 550Dx	192.168.113.*:*	모든 포트를 허용합니다. 이는 내부 네트워크 카드 펌웨어와의 통신 링크입니다.	50MB/시스템
NextSeq 550Dx	포트 80	Local Run Manager. 로컬 인바운드 요구 사항(인터넷 접속 없음)	50MB/시스템
MiSeq	포트 80	Local Run Manager. 로컬 인바운드 요구 사항(인터넷 접속 없음)	10MB/시스템
MiSeqDx	포트 80	Local Run Manager. 로컬 인바운드 요구 사항(인터넷 접속 없음)	10MB/시스템
MiniSeq	192.168.113.*:*	모든 포트를 허용합니다. 이는 내부 네트워크 카드 펌웨어와의 통신 링크입니다.	10MB/시스템
MiniSeq	포트 80	Local Run Manager. 로컬 인바운드 요구 사항(인터넷 접속 없음)	10MB/시스템
iSeq 100	포트 80	Local Run Manager. 로컬 인바운드 요구 사항(인터넷 접속 없음)	10MB/시스템
HiScanSQ		HiSeq 시스템은 내부 IP 통신 프로세스를 갖고 있지 않습니다.	50MB/시스템

나열된 IP는 매우 중요합니다. 이는 하드웨어 제어기의 인터페이스입니다.

통신 요구 사항에 대한 자세한 정보는 시스템 별 현장 준비 가이드를 참조하십시오(표 7). 시스템 별 사용설명서에서는 기기 소프트웨어를 통해 IPD를 활성화시킬 수 있도록 단계별 정보를 설명하고 있습니다(표 7).

표 7: Illumina 시스템 사용자 가이드 및 현장 준비 가이드

시스템	사용자 가이드	현장 준비 가이드
NovaSeq	1000000019358	1000000019360
HiSeq 1000	15023355	15006407
HiSeq 1500	15035788	15006407
HiSeq 2000	15011190	15006407
HiSeq 2500	15035786	15006407
HiSeq 3000	15066493	15066492
HiSeq 4000	15066496	15066492
HiSeq X	15050091	15050093
NextSeq 500	15046563	15045113
NextSeq 550	15069765	15045113
NextSeq 550Dx	1000000009513	1000000009869
MiSeq	15027617	15027615
MiSeq Dx	15070067	15038351
MiniSeq	1000000002695	1000000002696
iSeq	1000000036024	1000000035337
HiScan SQ	15015392	15015393
업데이트로 인해 하이퍼링크가 작동하지 않는 경우 제공된 문서 번호를 사용하여 Illumina 웹사이트에서 새 버전의 가이드를 검색할 수 있습니다.		

기기 성능 데이터 유형

표 8: 기기 성능 데이터 유형(기기 구성 파일)

파일 이름	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
Effective.cfg	소프트웨어 시스템 구성 총 변수	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
FirmwareVersions.txt	기기 하드웨어의 펌웨어 버전						X			X	X	X
*Calibration.cfg	소프트웨어 시스템 캘리브레이션 변수						X	X		X	X	X
*Override.cfg	소프트웨어 시스템 구성 재정의 변수	X	X	X	X		X			X	X	X
RTAStart.bat	1차 분석 시작 파일.					X	X			X	X	
Options.cfg	소프트웨어 시스템 구성 재정의 변수											X
*HardwareHistory.csv	기기 하드웨어 구성 기록.						X			X	X	
*CurrentHardware.csv	기기 하드웨어 현재 구성.						X			X	X	
SequencingConfiguration.xml	기기 시스템 구성 변수					X						

표 9: 기기 성능 데이터 유형(기기 운영 로그)

파일 이름	파일 유형	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
*.jpg	실행별 운영 이미지	소프트웨어에서 옵션을 켠 경우(기본값은 꺼짐 상태)의 각 타일 및 색상 채널로, 일반적으로 FAS/FSE에 의해 켤 수 있습니다.						X	X	X	X	X	
Samplesheet.csv	실행별 샘플 구성 파일												X
레시피 파일(XML)	실행별 구성 파일	실행에 사용된 시퀀싱 레시피					X					X	X
Logs.zip		읽을 수 있는 파일로 구성된 압축 폴더. 모든 파일은 기기를 사용하는 고객이 액세스할 수 있도록 준비되어 있습니다.						X	X	X	X	X	X

표 10: 기기 성능 데이터 유형(기기 분석 구성 파일)

파일 이름	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
RTAConfiguration.xml	RTA 구성	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
RTA3.cfg	RTA 구성											X
RTAerror.txt	1차 분석 오류 로그 파일						X	X				

표 11: 기기 성능 데이터 유형(기타 파일 유형)

파일 이름	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
*.IMF 로그	소프트웨어 운영 로그 파일			X	X		X				X	X
*Results.zip	서비스 소프트웨어 테스트 결과. 이는 서비스 소프트웨어에서 서비스 및 지원 직원이 시작한 경우에만 전송됩니다.						X			X	X	

표 12: 기기 성능 데이터 유형(실행별 운영 로그)

파일 이름	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
*Firmware_Logs	펌웨어 운영 로그 파일(CSV)						X			X	X	
PreRunDiagnosticFiles	시퀀싱 전 실행 확인 결과 및 로그 파일(CSV 및 XML)					X	X			X	X	X
사이클 로그	사이클 당 생성된 운영 데이터의 문제 해결 로그. (TXT 및 XML 형식)						X	X	X	X	X	X
Error.log	운영 데이터의 문제 해결 로그.	X	X	X	X							X
CycleTimes.txt	시퀀싱 실행 중 사이클 경과 시간	X	X	X	X							
UCS 로그	서비스 로그 파일 복사(.json 및 csv)											X

표 13: 기기 성능 데이터 유형(실행별 분석 파일)

파일 이름	파일 설명	HiScanSQ	HiSeq 1000/1500/2000/2500	HiSeq 3000/4000	HiSeq X	iSeq 100	MiniSeq	MiSeq	MiSeq Dx	NextSeq	NextSeq 550Dx	NovaSeq 6000
RTAComplete.txt	1차 절차가 모두 완료되었음을 보여주는 표시자 파일	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RTARead*Complete.txt	1차 절차가 핵심 단계를 완료하였다는 것을 보여주는 표시자 파일					X						
RunParameters.xml	실행 시작 시 XML 형식으로 출력된 실행 설정 구성 변수.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RunInfo.xml	실행 시작 시 XML 형식으로 출력된 실행 설정 구성 변수로 Sequencing Analysis Viewer에 사용합니다.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RunCompletionStatus.xml	표시자 파일은 시퀀싱이 완료되었음을 표시합니다.	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
SequenceComplete.txt	표시자 파일은 시퀀싱이 완료되었음을 표시합니다.											X
*MetricsOut.bin	Sequencing Analysis Viewer에 사용되는 이진 보고 파일. 고객이 별도의 소프트웨어 없이 읽을 수 없습니다.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
AlignmentMetricsOut.bin						X						X
BasecallingMetricsOut.bin						X						X
CorrectedIntMetricsOut.bin	평균 강도, 교정 채널 강도, 교정 호출 강도, 호출 횟수	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
EmpiricalPhasingMetricsOut.bin	사이클 당 위상 조정, 전 위상 조정	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ErrorMetricsOut.bin	오류율, 읽기 오류	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
EventMetricsOut.bin	RTA 시작 타이밍 데이터, 사이클 시작, 템플레이트 솔루션 시작/완료, 템플레이트 후 최대 클러스터 Init, 시스템 메모리 내 사용 가능한 기가베이트, 등록 및 추출, 인접 교정, 색상 매트릭스 교정, 템플레이트 솔루션, 베이스 호출 및 퀄리티 스코어링, 시퀀스 정렬, Bcl작성, 읽기 시작/완료, 필터 정렬 시작/완료, 사이클 완료, RTA 완료	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ExtendedTileMetricsOut.bin						X						X
ExtractionMetricsOut.bin	초점 스코어, 강도, 시간	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
FWHMGridMetricsOut.bin						X						X
ImageMetricsOut.bin						X						X
IndexMetricsOut.bin	이름, 샘플 이름, 프로젝트 이름					X		X				X
OpticalModelMetricOut.bin												X
PFGridMetricsOut.bin	클러스터 개수, PF 클러스터 개수, mm^2 단위 locs 영역	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
QMetrics2030Out.bin						X		X				X
QMetricsByLaneOut.bin						X		X				X
QMetricsOut.bin	퀄리티 스코어 히스토그램	X	X	X	X	X		X	X	X		X
RegistrationMetricsOut.bin	민감한 오프셋, 아핀 변환	X	X	X	X			X	X	X		X
TileMetricsOut.bin	클러스터 밀도, 클러스터 밀도 PF, 클러스터 개수, 클러스터 개수 PF, 백분율 정렬, 백분율 위상 조정, 백분율 전 위상 조정, 최근 추출 사이클, 최근 호출 사이클, 최근 퀄리티 스코어 사이클, 최근 오류 사이클	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
*.tsv or *.txt	RTA 파일 복제 로그, 글로벌 로그, 경고 로그용으로 생성된 TSV 또는 TXT 로그 파일. 읽을 수 있는 형식으로 고객이 액세스할 수 있습니다.					X		X	X	X	X	
QGridMetricsOut.bin						X						

참고 문헌

1. Microsoft Security TechCenter. portal.msrc.microsoft.com/en-us/. 2017년 12월 19일 자료.
2. AES(Advanced Encryption Standard: 고급 암호화 표준) 발표. www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/security/anyconnect-secure-mobility-client/fips.pdf. 2017년 12월 19일 자료.
3. AWS: ISO 27001. aws.amazon.com/compliance/iso-27001-faqs/. 2018년 6월 4일 자료.
4. IBM: GDPR로 비즈니스를 변환하십시오. www.ibm.com/data-responsibility/gdpr/#commitment-to-readiness?cm_mmc=Search_Google-_-Security_CISO-_-WW_NA-_-gdpr_Exact_-&cm_mmca2=10006807&cm_mmca7=9061191&cm_mmca8=kwd-296891238925&cm_mmca9=_kenshoo_clickid_&cm_mmca10=272585904650&cm_mmca11=e&mkwid=_kenshoo_clickid_&cvosrc=ppc.google.&cvo_campaign=000026XZ&cvo_crid=272585904650&Matchtype=e. 2018년 6월 4일 자료.
5. Illumina (2016) BaseSpace Sequence Hub 보안 및 개인 정보. (www.illumina.com/content/dam/illumina-marketing/documents/products/whitepapers/basespace-sequence-hub-security-and-privacy-white-paper-970-2016-020.pdf).
6. Illumina (2016) BaseSpace Variant Interpreter 및 HIPAA. (www.illumina.com/content/dam/illumina-marketing/documents/products/technotes/basespace-variant-interpreter-HIPAA-technical-note-970-2016-003.pdf).
7. Illumina (2016) Illumina 보안 모범 사례 가이드. (www.illumina.com/content/dam/illumina-marketing/documents/products/guides/illumina-security-best-practices-guide-970-2016-016.pdf).

Illumina, Inc. • 1.800.809.4566 무료 전화 (US) • +1.858.202.4566 전화 • techsupport@illumina.com • www.illumina.com

© 2018 Illumina, Inc. All rights reserved. 모든 상표는 Illumina, Inc. 또는 해당 소유주의 자산입니다.
구체적인 상표 정보는 www.illumina.com/company/legal.html을 참고하십시오. 문서 # 1000000052503 v01 KOR