안녕하세요, 스마트폰 비대면 반납 시스템을 주제로 ‘국방모바일반납‘ 프로젝트를 진행한 ‘폰 좀 내이만’ 팀입니다. 저희 발표는 다음과 같은 순서로 진행되겠습니다.

혹시 여러분은 이 앱을 아시나요? (청중의 반응을 잠시 듣는다.) 아무래도 군과 관련된 분들은 알고 계신 눈치이고, 그렇지 않은 분들은 잘 모르는 눈치네요. 이 ‘국방모바일보안’이라는 앱은, 군부대 내부에서 카메라 사용을 제한하기 위해 병사들의 스마트폰에 설치하도록 되어있는 앱입니다. 이 앱을 깔면 그 핸드폰에서는 카메라와 관련된 기능에 전혀 접근할 수 없게 됩니다. 카메라를 사용하려고 하면 앱을 강제로 종료하는 식으로 말이죠. 사소한 정보 하나하나가 보안과 직결되는 군에서 꼭 필요한 기능이라고 할 수 있겠죠?

하지만, 이 앱에 대한 평가는 그리 좋지 않습니다. 우선 휴가를 나와서 카메라 제한을 해제했는데도 카메라가 켜지지 않거나, 앱을 설치한 뒤 성능이 저하되고 발열이 심해지거나, 카메라 기능과는 무관한 어플을 강제 종료하는 실질적인 문제가 있습니다. 그리고 앱을 임의로 삭제하는 것을 방지하기 위해 ‘모든 데이터 삭제’ 권한을 요구하는데, 일반 사용자가 보면 걱정부터 들죠. 게다가 아이폰 최신 기종의 경우, 이 어플이 작동하지 않습니다. 이런 불편과 불안을 저희가 직접 경험하고 있던 중에…

이번 온라인 해커톤의 지정과제가 발표되었습니다. 그리고 저희는 이 주제에 주목했는데요, 바로 ‘생활관 병사 스마트폰 비대면 반납 앱’입니다. 저희는 걱정이 들었습니다. 제 2의 ‘국방모바일보안’을 염두에 두고 있는 것은 아닌지 말이죠. 정말 앱을 통해서만 사용자의 동작을 감지하고, 강제성을 동원해서 통제해야만 하는 것인지 생각하던 중에, 어? 이거 IoT를 같이 사용하면 잘 해결할 수 있을 것 같은데? 하고 생각하게 되었습니다.

그래서 저희는 비대면 반납 ‘시스템’을 만들기로 했습니다. 그리고 몇 가지 조건을 걸었어요. 첫째로, 모든 반납과 불출 과정, 반납 현황을 확인하고, 실물을 확인하는 과정까지도 비대면이어야 합니다. 둘째로, 앱에서 많은 권한을 요구해서 스마트폰의 성능과 기능에 영향을 끼치면 안됩니다. 셋째로, 비정상 반납 행위로부터 충분한 방어력을 갖추어야 합니다. 몰래 반입한 스마트폰을 대신 제출하는 등의 행위로부터 말이죠. 마지막으로, 스마트폰의 기종에 무관하게 시스템이 적용될 수 있어야 합니다.

이 조건을 바탕으로 수많은 시스템을 고민하고 검증해보았습니다. 시나리오를 작성하고, 파훼법이 있는지 확인하고, 다시 고민하고. 그 결과 이런 와이어프레임을 만들 수 있었어요. 서버가 난수를 전송하고, 앱에서 QR코드를 띄우고, 이걸 반납기가 읽어서 검증하고. 추가적으로 무게도 재고 사진도 찍어서 기존의 기록과 비교하도록 하면 완벽하겠죠.

하지만 몇 가지 문제가 있었습니다. 첫째로, 사용자가 QR코드를 베끼면 어떡하죠? 스크린샷을 찍어서 다른 기기에 전송하고 대신 반납하면? 아니면 모눈종이에 QR코드를 베끼고 쇳덩이에 붙여서 반납하면? 피식 웃으시는 분들이 계신데, 우리 뛰어난 국군 병사들, 이정도는 충분히 해냅니다.

그래서 대책을 세웠습니다. 기기가 반납기에 들어가고 문이 잠긴 뒤에 앱에 난수를 알려주는 겁니다. 음, 괜찮은 것 같아요.

하지만 또 문제가 생깁니다. 몇몇 부대나 파견지는 네트워크 상황이 좋지 않은 경우도 있거든요. 그래서 또 고민과 조사를 계속한 끝에, TOTP기술을 사용하기로 했습니다. 앱을 초기 등록할 때에만 서버와 통신하여 UUID를 정하고 이후 반납시에는 UUID를 SEED로 하여 TOTP를 생성하는 방식인거죠. 그리고 TOTP생성의 간격을 10초로 두고, 반납기가 기기 진입 후 10초를 기다리게 하면 사용자가 접근하지 못한 깨끗한 QR코드를 인식할 수 있게 됩니다.

이러한 발전 과정을 통해 처음의 시스템은 이렇게 바뀌었습니다. 이 시스템은 반납 과정도 비대면이고, 반납 정보도 서버가 다 저장하고 있으므로 현황 확인도 비대면으로 할 수 있습니다. 게다가 앱에서 요구하는 권한은 일절 없으면서, 기종과 무관하게 구현 가능합니다. 핵심적인 인증 방법인 TOTP 생성은 초기 등록시에 앱과 서버가 공유하는 난수를 필요로 하므로 등록 기기에서만 반납이 이루어질 수 있습니다. 따라서 비정상 반납도 크게 방지됩니다.

저희가 처음 설정한 네 가지 조건이 전부 달성되었네요.

이제 이론은 완벽한데, 실제로도 이 시스템이 돌아갈 수 있을까요? 네! 가능합니다. 저희가 앱도 제작하고, 현황 관리 서버와 웹페이지도 제작하고, 반납기도 오픈소스 하드웨어로 설계해서 실제로 제작한 다음 이 시스템이 정말 작동하는지 확인해 보았습니다.

(시연영상)

이런 시스템이 있다면 당연히 스마트폰 사용 시간 준수와 도난 방지에 큰 도움이 될 것이고, 미등록 기기 등을 사용한 비정상 반납도 방지하면서, 미등록 기기를 적발하는데도 사용될 수 있습니다. 무엇보다도 모든 과정이 비대면이므로, 휴가 복귀 후 격리자들에게 적용했을 때 특히 큰 효과를 볼 것입니다. 어쩔 수 없이 격리자들에게 24시간 핸드폰을 허용할 수밖에 없는 현재 상황에 큰 개선이 있겠지요. 그리고 이 모든 효과를 사용자들에게 부담을 지우지 않으면서 얻을 수 있습니다.

이렇게 반납 시스템에 대한 핵심 개념을 모두 완성하고 검증까지 마쳤지만, 저희는 이 프로젝트에서 큰 발전가능성을 느꼈습니다. 이 시스템을 더욱 발전시킬 수 있는 여러가지 방안들이 계속해서 떠올랐기 때문입니다.

첫째로, QR코드 색상암호화 방식을 개발했습니다. 이런 일반적인 QR코드는 아무나 해독해서 그 안에 든 내용을 확인할 수 있습니다. 그런데, 이게 뭘까요? 일반적인 QR코드 인식기처럼 흑백으로 만들어볼까요? 음, 그래도 모르겠네요. 그럼 이건 어떨까요?

네, 이 이미지는 QR코드의 흰 블록과 검은 블록마다 빨강, Red의 강도를 다르게 준 이미지입니다. 나머지 Green과 Blue의 강도는 랜덤하게 부여하고요. 이런 이미지를 기기에 띄우고, 이미지에서 Red의 값만 따오게 되면 QR코드의 형태가 명확하게 보입니다.

당연하지만 같은 원리를 사용하면 빨강이 아닌 그 어떤 색도 Key Color로 사용할 수 있습니다. 그리고 ‘색’하나가 아니라, R3 벡터공간을 이루는 임의의 기저로도 암호화할 수 있도록 개발했습니다. 시간에 따라 무작위로 기저를 생성하고, 생성하는 방법을 앱과 반납기에서 동일하게 사용하면 검증 단계가 훨씬 안전해질 것입니다.

둘째로, 관리자용 앱에 대한 아이디어입니다. 병사 기기와 통신하기 위해서는 서버가 반드시 국방망 외부에 존재해야 합니다. 하지만 보통 부대 내에 일반PC는 사이버지식정보방밖에 없습니다. 따라서 관리 간부가 서버에 접속하여 현황 확인 및 관리를 하기 위해서는 관리 간부의 스마트폰을 사용할 수 있도록 하여야 합니다. 이에 저희는 관리자용 앱에 필요한 기능을 정리하고, 간단한 와이어프레임을 제작해두었습니다.

셋째로, 반납기에 아두이노를 사용하지 않는 방법입니다. 사실 반납기 제작에 아두이노를 사용한 이유는 단 한가지입니다. 휴가 복귀 전에 제작하려다 보니, 당장 있는 부품을 사용하게 된 것 뿐입니다. 아두이노의 역할은 무게 센서의 값을 AnalogRead하는 것뿐이므로, ADC 컨버터 칩을 사용하면 비용적인 측면에서도 이득이 있고, 소스 공개 의무화를 전염시키는 아두이노의 GPL 라이선스로부터 자유로워질 수 있다는 장점이 있습니다.

마지막으로, 1:N 반납기입니다. 현재 제작한 반납기는 보관함 하나가 기기 하나를 보관하는 방식입니다. 이 보관함을 전군에 보급한다고 하면, 반납기 실물을 제작하는 데 약 8만원이 들었고 국군 병사의 수인 36만개의 반납기를 제작해야 합니다. 단순 계산으로는 288억의 예산이 필요하네요. 하지만 이는 현실적이지 않죠. 그래서 반납기 하나가 여러 대의 기기를 보관할 수 있는 방법을 고안해보았습니다. 기기 검증이 끝난 기기는 공통 보관함으로 이동시키거나, 우편함 형태의 보관함으로 밀어 넣어 보관하는 방식, 기기가 고정된 후 바코드를 찍어 기기를 인증하는 방식 등이 있습니다. 보통 한 생활관을 8명이 사용하므로 8개 단위로 반납기를 제작한다면, 36억의 예산이 필요하겠네요. 이는 시제품에 대한 비용이므로 실제 생산 단가는 줄어들 것이고, 여기서 앱 개발 비용, 인건비 등이 추가되므로 대략적으로 이 정도 규모의 예산이 필요할 것 같습니다.

이외에도 이 프로젝트를 발전시킬 수 있는 방향은 많습니다. 반납 기록에 담기는 기기의 이미지를 기반으로 머신러닝을 돌리면 나중에는 QR코드나 별도 앱 없이, 이미지 인식만으로도 정상 반납 여부를 판단할 수 있을지도 모릅니다. 또한, 서버의 반납 기록 데이터를 통계 및 그래프로 가공하여 관리 간부의 반납 통제에 도움을 줄 수도 있습니다. 이 모든 아이디어들은 해커톤의 시간과 여건상 제안하는 데 그쳤지만, 만약 이것이 일반적인 오픈소스 프로젝트였다면 어땠을까요? 창의적이고 능력있는 인재들의 관심 속에서 저희가 제시한 방향 뿐 아니라, 수많은 방향으로 발전에 발전을 거듭했을 것입니다.

이렇게 저희 프로젝트에 대한 소개가 끝났습니다. 혹시 관심이 있으시다면, 저희 프로젝트의 깃북을 참조해보시는 것을 추천드립니다. 프로젝트의 협업 방식부터 매뉴얼, 빌드 방법까지 모든 정보를 정리해 두었습니다.

이상으로 발표를 마치겠습니다. 감사합니다.