

인공지능 스피커를 활용한 복약 지원 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of a Medication Support System using AI Speaker

유찬희

Chanhui Yu

충남대학교 컴퓨터융합학부
Department of Computer
Science and Engineering
Chungnam University
chanhui.yu.cnu@gmail.com

이현진

Hyunjin Lee

충남대학교 컴퓨터융합학부
Department of Computer
Science and Engineering
Chungnam University
leehj0110@kakao.com

김재정*

Jaejeung Kim*

충남대학교 컴퓨터융합학부
Department of Computer
Science and Engineering
Chungnam University
jjkim@cnu.ac.kr

요약문

환자가 처방된 약을 올바르게 복용하는 것은 의약품 본래의 효과를 결정짓는 중요한 요소이다. 의약품의 올바른 복용이란 정해진 시간에 정확한 용량을 지켜서 먹는 것이다. 하지만 사람들은 종종 복약을 망각하거나 낮은 동기로 인해 의도적으로 복약 불순응을 하게 된다. 본 연구는 이러한 복약 순응도를 높이기 위해 인공지능 스피커를 활용한 복약 관리 시스템을 제안한다. 인공지능 스피커의 대화형 에이전트의 알림, 친근감과 함께 주의력을 높이기 위한 환자 이름을 부르기, 인공지능 스피커를 지나갈 때 말을 거는 적시 개입의 세가지 설득적 디자인 요소들을 활용하여 순응도를 높이려 했다. 세가지 디자인 요소들에 대한 실험 결과 환자의 이름을 부르는 것(4.6/5.0)이 일반 알림(3.7/5.0) 대비 월등한 복약 의사가 있었으며 일반 알림과 적시 개입(3.6/5.0)도 복약 의사에 매우 긍정적인 영향을 미쳤다는 것을 알 수 있었다.

주제어

AI, 인공지능 스피커, 대화형 에이전트, 친밀감, 유대감, 복약 순응도, 복약 준수, 음성 비서, 인간-인공지능 상호작용

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

복약 준수는 올바른 치료를 위해서는 필수적이다. 복약 순응도가 낮은 집단은 그렇지 않은 집단보다 사망 확률이 약 3 배 높은 것으로 나타났고, 병원 진찰은 86% 증가한 결과를 보였다.[1] 국내 연구에 따르면 65 세 이상의 노인 환자 중 66%만이 올바르게 복약하고 있다.[2] 복약 불이행으로 인해 정상적인 치료 효과를 얻지 못하는 경우 진료

기간과 복약 기간이 늘어나는 결과를 가져올 수 있고, 이는 의료비 증가 및 의료자원의 낭비를 야기한다.[3] 국내의 경우 결핵 환자들의 복약 순응도를 높이기 위해 2013 년부터 전국보건소에서 직접 복약 관리(Directly Observed Treatment Short-Course, DOTS) 사업을 실시해오고 있다.[4] 하지만 DOTS 의 경우 비용이 많이 들기 때문에[5] 모든 질병에 대해 DOTS 시스템을 적용하는 것은 쉽지 않다. 이러한 점을 해결하기 위해 인공지능 스피커를 통해 복약을 관리하고 복약 순응도를 증진시키는 시스템을 제안한다.

2. 디자인 배경

2.1 직접 복약 관리 시스템

약 투약에 대한 문제는 오래된 문제이다. 세계 보건기구(World Health Organization, WHO)에서는 DOTS 를 통한 관리 체계의 도입을 적극적으로 권장하고 있다.[6] DOTS 시스템은 전담 간호사 등의 관리 요원이 전화나 방문을 통해서 직접 복약을 독려하고 관리하는 시스템이다. 하지만 약을 먹는 데 있어 관리 요원을 투입해 관리하는 데에는 비용과 같은 현실적인 어려움이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 인공지능 스피커를 활용하여 환자들이 정시에 복약하는 것을 돕고, 음성을 통한 상호작용으로 복약을 독려한다. 관리 요원은 기록된 음성 대화를 보고 모니터링 하면 되는데 이러한 방식은 기존의 복약 알림, 독려, 관리 등의 모든 일을 사람이 관리하며 생기는 인력 및 의료 자원 문제를 해결해 줄 수 있다.

2.2 인공지능 스피커의 속성

인공지능 스피커는 모바일 기기와 다른, 음성 기반 상호작용의 속성을 갖고 있다. 기기가 확대되고 많은 사람이 사용함에 따라 노인들의 스마트폰 이용률도 증가하고 있지만 이에 따라 모바일 애플리케이션을 사용하고, 서비스를 활용함에 불편함을 겪는 노인들도 마찬가지로 증가하고

있다.[7] 고령자의 경우 서비스를 활용함에 있어 어플리케이션을 학습하고 배우는 것보다 단순하게 음성만을 활용하여 상호작용하는 음성 비서를 더 선호하는 경향을 보이는데 이 기술에 대해 한 사용자는 “그것(음성 비서)은 훨씬 더 간단합니다, 저는 아무것도 고민할 필요가 없고, 지루하거나 피곤한 상태로 그냥 앉아서 말을 하면 됩니다.” 라고 하였다.[8]

또한 모바일 기기의 유동성과 다르게 정적 환경에 있다는 점이 갖는 장점이 존재한다. 모바일 기기를 활용하여 알람을 주는 경우 사용자가 알람을 받았을 때 약을 복용할 수 없는 환경 (야외라서 약이 없는 환경 등)일 수 있는데 이러한 상황이 지속된다면 알람을 받고 복용하지 않는 행위에 대해 감각이 무뎌져 알람 시스템 자체가 무너질 수 있다. 따라서 고령자의 서비스 접근성을 높이고 확실하게 복용할 수 있는 환경을 보장하기 위해 모바일 어플리케이션을 이용한 시스템보다는 인공지능 스피커를 활용한 직접 복용 관리 시스템을 제안한다.

2.3 사회적 관계 기반 복용 지원

B.J.Fogg의 설득적 기술[11]에 의하면 컴퓨터는 사회적 행위자로서 인간과 상호작용을 하고 특정 행동을 유도할 수 있다고 했다. 인공지능 스피커가 하나의 인격체로서 환자와 사회적 관계를 맺을 수 있으며, 집에서 함께 존재하며 가족과 같은 역할을 할 수 있다.

복약 불이행의 원인에는 잊어버리는 문제, 치료에 대한 확실한 믿음이 없는 경우, 약을 살 수 없는 원인이 없는 경우 등이 있는데 가족의 확실한 지원이 있다면 복약 순응도 증진에 좋은 영향을 미친다.[9] 한 연구에 따르면 사회적 관계 기반 DOTS는 의료시설 기반 DOTS만큼 효과적이고 좋은 치료 효과를 낼 수 있다고 하였다.[10] 따라서 복약 순응도를 증진시키고 효과적으로 DOTS 시스템을 구축하기 위해 사회적 관계를 활용하였다. 가족 또는 지인이 DOTS 시스템의 관리자 역할을 하여 환자의 복약을 독려하고 모니터링이 가능하도록 하였다.

또한 인공지능 스피커가 환자의 이름을 부름으로써 사회적 유대관계가 더욱 강화되는 효과를 누릴 수 있기 때문에, 보다 설득력 있는 시스템으로의 역할을 할 수 있다고 판단하였다. 이와 단순한 알람이 아닌, 이름을 부르는 방법은 각테일 파티 효과[12]로, 다른 소음이나 대화가 존재하는 환경에서도 환자의 주의를 집중시킬 수 있는 방법이 될 수 있다.

2.4 근접센서를 통한 적시 개입

적시 개입은 수용성을 높이기 위해 다양한 행동 변화 지원 시스템에서 활용하는 방식이다. 본 연구에서는 근접센서를 통해 환자가 인공지능

스피커에 근접하거나 지나갈 때 복약 스케줄을 알려줌으로서 복약 가능성을 더욱 높여주고자 했다. 이는 환자가 알람을 받기 전에 복약해야 한다는 사실을 잊고 스피커가 알람을 줄 수 있는 범위에서 벗어나려고 할 수 있다. 근접센서를 활용하여 1시간 이내에 먹어야 하는 약이 있는데 환자가 스피커 앞을 지나가 알람을 줄 수 있는 환경에서 벗어나려고 한다면 알람이 있다는 사실을 음성으로 알려주는 방식으로 이러한 문제를 보완한다.

3. 시스템 디자인

3.1 웹을 활용한 복약 정보 등록 클라이언트

복약해야 할 환자 또는 관리자는 웹 클라이언트를 통해 인공지능 스피커가 알람을 줄 복약 정보를 등록할 수 있다. 앱 스토어에 들어가서 다운받아야 하고 사용 환경마다 따로 개발해야 하는 모바일 어플리케이션과 비교하였을 때 웹의 경우 사이트의 도메인만 알면 데스크탑, 모바일, 태블릿 PC 등 모든 환경에서 똑같이 작동하기 때문에 사용자들이 더 쉽게 사용할 수 있을 것이다.

3.2 음성 상호작용

인공지능 스피커는 환자 또는 관리자가 등록한 약 정보에 따라 해당 시간에 복약 여부를 물어본다. 환자가 먹었다고 답변하면 등록된 약 정보에 따라 해당 약의 효과를 말해주는 방식으로 지속적인 복약을 독려한다. 먹지 않았다고 답변하는 경우 약을 먹어야 한다고 알린 후에 10분 후에 다시 물어본다. 10분 후에 다시 인공지능 스피커가 복약 했냐고 물어보게 되는데 이때 먹었다고 답변하면 마찬가지로 해당 약의 효과를 말해주는 방식으로 지속적인 복약을 독려하게 되고, 먹지 않았다고 답변하는 경우 왜 먹지 않았는지를 물어보게 되고 동시에 관리자에게 환자가 복약하지 않았다고 알람이 가게 된다. 스피커와 환자 그리고 관리자 간의 대화 상호작용은 모두 기록되어 추후에 환자 자신이나 관리자가 모니터링할 수 있도록 한다. 환자는 알람을 받고 인공지능 스피커와 상호작용하는 모든 과정에서 음성만을 활용하게 되는데 이러한 부분은 고령 환자에게 있어 다른 교육 없이 쉽게 사용할 수 있는 효과를 기대한다.

3.3 사회적 관계

관리자로 등록되어 있는 환자의 가족 또는 지인은 환자가 정해진 시간에 복약 하지 않는 경우 약 등록 클라이언트로부터 알람을 받게 되는데 이때 관리자는 텍스트 또는 음성을 통해 환자가 복약 하도록 독려할 수 있다. 관리자가 웹 클라이언트에 텍스트로 복약을 독려하는 메시지를 쓰면 인공지능 스피커는 이를 확인하여 텍스트를 읽어준다. 음성을 녹음해서 보내는 경우 인공지능 스피커는 해당 녹음 파일을 그대로 환자에게 들려준다. 복약 하지 않는 경우 단순히 인공지능 스피커가 먹어야 한다고

독려하는 경우보다 환자의 가족 또는 지인이 인공지능 스피커를 통해 복약을 독려한다면 복약 할 가능성이 높아질 것이다.

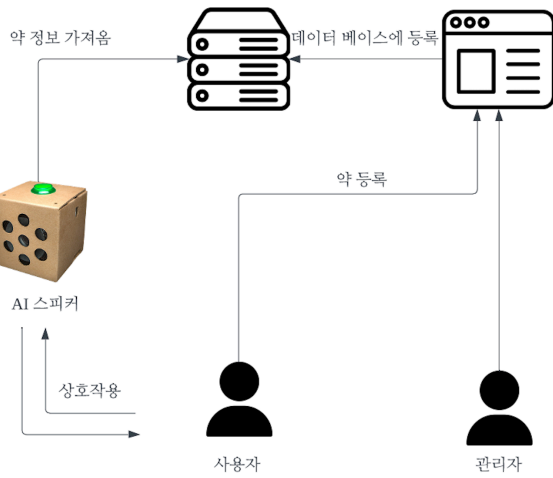


그림 1. 시스템 구성도

3.4 근접 센서

환자가 스피커 옆을 지나가는지 판단하기 위해 초음파 센서를 활용한다. 초음파 센서를 활용하여 1m 이내로 환자가 스피커 옆을 지나가는 경우 한 시간 안에 줘야 하는 알람이 있는지 확인한다. 만약 한 시간 안에 복약해야 하는 약 정보가 있는 경우 인공지능 스피커는 약 정보와 함께 곧 약을 먹어야 함을 알려준다. 해당 기능은 환자가 복약 시간을 잊고 스피커와 상호작용할 수 있는 환경에서 벗어나려고 하면 복약 해야 함을 다시 복기 시켜 줌으로써 환자가 자리에 없어 정상적으로 스피커와 상호작용하지 못하는 문제를 보완할 수 있다.

4. 실험 설계

4.1 실험 목적

본 실험은 앞서 제안한 인공지능 스피커를 활용한 복약 관리 및 복약 순응도 증진 시스템의 검증에 앞서 사용자가 스피커와 잘 상호작용 할 수 있는지, 그리고 가족 또는 지인이 이름을 부르며 복약을 독려하는 기능에 대해 어떻게 받아들이는지에 대해 검증하고, 근접 센서를 활용하여 알람을 복기 시키는 기능이 유효한지에 관해 확인함을 목적으로 한다.

4.2 실험 대상 및 방법

실험은 국내 한 대학 인근에 거주하는 20 대 남, 여 10 명을 대상으로 진행하였다. 가족 또는 지인이 이름을 부르며 복약을 독려하는 기능에 대한 경험을 확실하게 확인하기 위하여 이름을 부르는 경우와 그렇지 않은 경우를 30 분 간격으로 경험할 수 있게

하였다. 짧은 시간 안에 복약해야 하기 때문에 통제된 환경에서 실험실 내(in-lab) 스튜디오 실험을 진행하였고, 약의 오남용 방지를 위해 실제 약 대신 많이 먹어도 무관한 비타민으로 대체하였다. 실험 진행에 앞서 모든 참여자에게 실험 과정 중 비타민을 먹는지 여부와 먹는 시점은 전적으로 개인의 선택이자 자유라고 안내하였다. 실험 순서는 다음과 같다.

1. 참여자는 웹사이트에 접속하여 알람을 30 분 간격으로 두 개를 등록한다
2. 비타민을 먹어야 하는 일은 알람을 통해 인지할 수 있도록 참여자가 선호하는 장르의 유튜브 또는 드라마 시청을 통해 주의를 분산시킨다.
3. 알람 시간이 되면 “비타민을 먹을 시간입니다. 드셨나요?”와 같이 이름을 부르지 않고 알람을 준다.
4. 사용자는 자유롭게 스피커와 음성으로 상호작용한다.
5. 첫 번째 알람을 받고 15 분 후, 근접센서 기능 경험을 위해 참여자에게 자리를 이동하여 진행해야 하는 간단한 미션을 준다. 근접센서가 사용자의 이동을 감지하면 인공지능 스피커는 비타민 먹을 시간이 가까워졌으니 잊지 말고 섭취하라는 말로 알람을 준다.
6. 알람 시간이 되면 “[피험자 이름]아, 비타민 먹을 시간이야, 먹었어?”와 같이 이름을 부르며 알람을 준다. 이 경우 스피커는 가족 또는 친구인 것처럼 말을 한다.
7. 사용자는 마찬가지로 자유롭게 스피커와 음성으로 상호작용한다.

실험 조건의 순서효과를 통제하기 위해 실험 집단을 5 명씩 두 그룹으로 나누어 역균형화(counter-balancing)를 하였다. 실험 집단 1 은 위의 순서 그대로 진행하였고, 실험 집단 2 는 3 번과 6 번의 실험 순서를 바꾸어 진행하였다.

4.3 설문

위의 실험 후에는 제시한 시스템의 사용성과 수용성에 대해 알아보고자 설문 및 인터뷰를 진행하였다. Likert 의 5 점 척도(1: 전혀 아니다 - 5: 매우 그렇다)를 사용하여, 각 항목을 비교함에 있어 용이하게 하였다. 설문조사만으로는 참여자가 인공지능 스피커와 상호작용을 하였을 때의 사용 경험을 보다 구체적으로 얻기 위해 대면 인터뷰를 추가로 진행하였다.

5. 실험 결과 및 분석

5.1 실험 참여자 데이터

실험 참여자들을 대상으로 평소에 비타민을 잘 챙겨 먹는지 여부에 대해 2.7 점으로, 보통 수준이었다. 또한 인공지능 스피커의 사용 경험에 대해서는 절반인 5 명이 있다고 응답하였다.

5.2 사용성

먼저 알림을 등록하고 인공지능 스피커와 상호작용하는 전체 과정이 불편함 없이 자연스러웠는지를 알아보기 위해 <표 1>의 설문문을 진행하였다. 비타민을 등록하고 알림을 받는 과정이 자연스러웠는지에 대한 항목에 대해서 평균 4.6 점으로 참여자들이 알림을 등록하고 받는 과정을 기존의 알림 시스템과 유사하게 경험했다는 것을 알 수 있다. 기존의 알림 시스템과 유사한 경험을 함으로써 참여자들은 인공지능 스피커와의 상호작용 경험에 더 집중할 수 있다. 인공지능 스피커와 상호작용하는 것이 어려웠는지 묻는 항목에 대해서는 각각 2.1 점으로 전체적으로 참여자들이 어렵지 않게 인공지능 스피커와 상호작용을 했다는 것을 알 수 있다.

표 1. 사용성 항목 설문 결과

설문 문항	평균 점수
비타민을 등록하고 알림을 받는 과정이 자연스러웠다.	4.6
인공지능 스피커와 상호작용하는 것이 어려웠다.	2.1

5.3 수용성

실험 참여자 중 10 명이 각 2 번의 복약의 기회가 있었다. 이 중 1 회를 제외한 19 회의 복약이 모두 이루어졌다.

인공지능 스피커와 참여자 간의 상호작용이 참여자의 비타민 섭취를 어느 정도 동기부여 하는지를 알아보기 위해 <표 2>와 같이, 일반 알림을 주었을 때, 이름을 부르며 알림을 주었을 때, 인공지능 스피커 앞을 지나갈 때의 3 가지 조건에 대하여 이를 수용하고자 하는 마음에 대하여 알아보았다.

일반 알림을 주었을 때(3.7 점)와 대비하여, 이름을 부르며 알림을 주었을 때(4.6 점)의 마음이 현저하게 큰 것을 확인할 수 있었다. 이에 대해 보다 세부적인 분석과 본 인공지능 스피커의 디자인 요소인 사회적 관계의 역할에 대해 알아보기 인터뷰를 진행하였다.

먼저 인공지능 스피커가 이름을 불렀을 때 어떤 느낌이었는데에 대해 질문을 하였고, 참여자 10 명

중 긍정적인 응답을 한 참여자는 7 명이였다. 그 중 한 명은 “실제로 주변 사람이 알려주는 것 같아 친근하고 이름이 불려서 좀 더 인공지능 스피커와의 대화에 집중할 수 있었다” 라고 답하였다. 나머지 3 명 중 2 명은 잘 모르겠다고 답했고, 1 명은 기계가 이름을 부르는 것에 대해 낯설게 느꼈다고 답하였다. 참여자 대부분이 인공지능 스피커가 이름을 부르며 알림을 주는 것에 대해 친근해서 좋다고 긍정적으로 평가하였지만, 소수의 경우 오히려 해당 부분에 대해 불쾌감을 느꼈다는 것을 알 수 있다.

이름을 부르며 알림을 주는 기능에 대해 복약에 대한 동기부여가 되었다면 그 이유가 무엇 때문인지에 대해서도 인터뷰를 진행하였는데 과반수가 친근감이 느껴져서 더 동기부여가 되었다고 답하였다. 해당 인터뷰를 통해 이름을 부르지 않고 알림을 주는 경우 인공지능 스피커와의 상호작용을 단순한 비타민 복약 확인으로 인지하는 반면 이름을 부르는 경우는 인공지능 스피커가 더 친근하게 느껴져 상호작용을 대화로 인지하는 경향이 있음을 확인하였다.

다음으로 인공지능 스피커가 참여자가 지나갈 때 알림을 주는 경우 3.6 점으로 보통 보다 조금 높게 평가되었다. 이는 알림 시점에 곧바로 복용하는 것이 아닌, 조금 있을 알림 상황에서 복용하라는 의미로 제공한 알림으로, 위의 두 알림 방법과 동일 선상에서 비교하기는 어렵다. 하지만 절대적인 관점에서는 복약 순응도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 할 수 있다.

표 2. 유용성 항목 평가

설문 문항	평균 점수
일반적인 알림을 주었을 때 비타민을 먹고자 하는 마음이 생겼다.	3.7
이름을 부르며 알림을 주었을 때 비타민을 먹고자 하는 마음이 생겼다.	4.6
인공지능 스피커 앞을 지나갈 때 알림을 주는 경우 비타민을 먹고자 하는 마음이 생겼다.	3.6

6. 결론

단순히 알림을 주고 음성으로 상호작용하는 경우 참여자들은 상호작용을 대화가 아닌 단순 복약 확인으로 인지하는 경향이 있었다. 반면, 이름을 부르며 알림을 주는 경우 참여자들은 더 친밀감을 느꼈고 이에 따라 인공지능 스피커와의 상호작용을 대화로 인지하여 복약 이행에 더 효과적임을 확인하였다.

근접 센서를 활용하여 상호작용 없이 알람을 주는 경우 역시 복약 하고자 하는 마음에 긍정적인 영향을 주었지만, 대화형 상호작용이 없었기 때문에 사용자는 단순한 알람으로 인식하여 복약 하고자 하는 마음은 생기지만 실제 행동은 하지 않았다고 했다. 즉, 인공지능 에이전트와 대화를 상호작용을 하는 것이 실제 행동까지 이어질 확률이 더 높다고 할 수 있다.

본 연구는 인공지능 스피커를 활용한 사회적 관계 기반 직접 복약 시스템을 제안하고, 시스템의 유용성을 실험을 통해 알아보았다. 기존의 직접 복약 관리의 한계인 인적 자원, 물적 자원 낭비 문제를 극복하고, 복약 순응도를 증진시키는 시스템의 디자인 요소들에 대한 실험 평가를 하여 향후 대화형 인공지능 스피커 개발에 활용할 수 있다는 점에 의의가 있다. 다만 본 연구는 10 명의 피험자들만을 대상으로 진행하였고, 연령대 역시 20 대로 편향되었기에 연구 결과의 일반화를 위해서는 더 많고 다양한 연령층의 피험자가 필요하다. 또한 실험실 내 연구의 한계로 실생활에서의 사용 경험을 확보하지 못했다. 따라서 향후 연구에서는 필드 스터디를 통해 실제 복약 순응도의 영향을 관찰하고, 보다 세부적인 데이터(복약 횟수, 시점, 패턴 등)를 수집 및 분석하고자 한다.

참고 문헌

1. Edward F, Duh, MS, Weiner, JR., et al. Guerin, A.,Cunnington, M. C. Nonadherence to antiepileptic drugs and increased mortality: Findings from the RANSOMStudy. *Neurology*. 71. pp, 1572-1578. 2008
2. 김민소, 최나예, 서예원, 박진영, 이정화, 이은숙, 김은경, 김선옥, 김광일, 김철호. 노인환자의 복약순응도 현황 및 영향인자 분석. *병원약사회지*. 35(4). p422. 2018
3. 허재현, 김수진, 김주혁, 허순임. 복약지도 만족도가 복약순응도에 미치는 영향:외래환자를 대상으로. *한국임상약학회지*. 19(2). Pp, 110-111. 2009
4. 조경숙. 우리나라 결핵 실태 및 국가 결핵관리 현황. *한국보건사회연구*. 37(4). p198. 2017
5. Steffen R, Menzies D, Oxlade O, Pinto M, de Castro AZ, Monteiro P, et al. Patients' Costs and Cost-Effectiveness of Tuberculosis Treatment in DOTS and Non-DOTS Facilities in Rio de Janeiro, Brazil. *PLoS ONE* 5(11). 2010
6. Uplekar, Mukund. The Stop TB strategy : building on and enhancing DOTS to meet the TB-related Millennium Development Goals. Stop TB Partnership & World Health Organization. WHO/HTM/STB. 2006
7. 김미숙, 김연아. 디지털 디바이드 해소를 위한 노인복지관의 디지털 체험 공간 연구. *한국공간디자인학회 논문집* 17(7). 한국공간디자인학회. p88 .2022
8. Jarostaw Kowalski, Kinga Skorupska, Wiesław Kopec, Anna Jaskulska, Katarzyna Abramczuk Cezary Biele, Krzysztof Marasek. Older Adults and Voice Interaction: A Pilot Study with Google Home. *CHI 2019 Late-Breaking Work*. CHI. 2019
9. Olalemi OE, Muyibi SA, Ladipo MM. Perceived Family Support and Medication Adherence amongst Hypertensive Outpatients in a Tertiary Hospital, Ibadan, Nigeria. *West Afr J Med*. 2020 Oct. 37(5). Pp, 481-489, 2020
10. Wandwalo E, Kapalata N, Egwaga S, Morkve O. Effectiveness of community-based directly observed treatment for tuberculosis in an urban setting in Tanzania: a randomised controlled trial. *Int J Tuberc Lung Dis*. 2004 Oct. 8(10). Pp, 1248-1254. 2004
11. Fogg, B. J. (2002). Persuasive technology: using computers to change what we think and do. *Ubiquity*, 2002(December), 2.
12. Arons, B. (1992). A review of the cocktail party effect. *Journal of the American Voice I/O society*, 12(7), 35-50.