

NGHIÊN CỨU SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ NFC

Trần Duy Khang⁵, Phạm Gia Minh⁶

Tóm tắt: Công nghệ NFC (giao tiếp trường gần) là một công nghệ giao tiếp không dây tầm ngắn đầy hứa hẹn tạo điều kiện cho hàng tỷ người trên thế giới sử dụng điện thoại di động. Từ những lợi ích mà nó mang lại như chia sẻ dữ liệu, giao thông, y tế cho đến thanh toán dịch vụ, NFC đã trở thành một phần trong xã hội hiện đại ngày nay. Công nghệ NFC tuy xuất hiện tương đối lâu nhưng vẫn chưa được nghiên cứu sâu, nhưng với các lợi ích kể đầy hứa hẹn kể trên, dự đoán trong tương lai gần sẽ có một lượng lớn nghiên cứu xoay quanh công nghệ này. Bài viết này cung cấp một cái nhìn tổng quan về công nghệ NFC bao gồm khái niệm, nguyên lý làm việc, chi tiết truyền tải, giao thức và tiêu chuẩn, thị trường tương lai, các tiêu chuẩn bảo mật và chipset của nhà cung cấp có sẵn cho tiêu chuẩn này. Đồng thời bài viết này sẽ đóng vai trò là một hướng dẫn hữu ích cho những người đang quan tâm và nghiên cứu về công nghệ NFC.

Từ khóa: NFC, giao tiếp trường gần, RFID, giao tiếp không dây tầm ngắn

Abstract: NFC technology (Near Field Communication) is a promising short-range wireless communication technology enabling billions of people around the world to use mobile phones. Its benefits are data sharing, transportation, and healthcare and service billing. NFC has become a part of today's modern society. NFC technology has been around for a long time, but it was not paid attention sufficiently in academic sources. Due to its promising business applications, a great deal of work will be done in the upcoming future [Vedat Coskun, 2014]. This article provides a detailed overview of the NFC technology including concepts, working principles, transport details, protocols, standards, future markets, security standards, and vendor chip-sets available for this standard. Moreover, it will provide a useful guide for those who are interested in NFC technology. [Sethuraman Rao, 2016]

Keywords: NFC, Near Field Communication, RFID, short-range wireless communication

1. Giới Thiệu

Công nghệ NFC đang tiếp cận ngày càng nhiều khía cạnh của cuộc sống hàng ngày, từ các thanh toán không tiếp xúc, sự đơn giản hóa kết nối với các thiết bị Bluetooth và mạng Wi-Fi, cho đến các ứng dụng khác có thể được tìm thấy trong các giải pháp nhà thông minh và Internet of Things. Tuy nhiên, song song với những lợi ích này, công nghệ NFC còn tồn tại những lo ngại về bảo mật cùng các vấn đề về quyền riêng tư dữ liệu. Chúng ta sẽ cùng tìm hiểu về khái niệm, cách thức hoạt động, các rủi ro của tiêu chuẩn không dây và các yêu cầu bảo mật chung áp dụng cho các ứng dụng NFC. (Ionos, 2020)

⁵ Giảng viên Khoa Kỹ thuật - Công nghệ, Trường Đại học Nam Cần Thơ

⁶ Sinh viên Khoa Kỹ thuật - Công nghệ, Trường Đại học Nam Cần Thơ

1.1. Khái niệm

Công nghệ NFC là viết tắt của “Near Field Communication” có nghĩa là “Giao tiếp trường gần” và như tên gọi của nó, nó cho phép giao tiếp trong phạm vi ngắn giữa các thiết bị tương thích. Điều này yêu cầu ít nhất một thiết bị truyền và một thiết bị khác để nhận tín hiệu. Một loạt thiết bị có thể sử dụng tiêu chuẩn NFC sẽ được coi là chủ động hoặc thụ động, tùy thuộc vào cách thiết bị hoạt động. (Aravind Chandrasekaran, 2016)

Thiết bị NFC thụ động bao gồm thẻ và các thiết bị phát kích thước nhỏ khác, có thể gửi thông tin đến các thiết bị NFC khác mà không cần sử dụng nguồn năng lượng. Tuy nhiên, chúng không thực sự xử lý bất kỳ thông tin nào được gửi từ các nguồn khác đến và không thể kết nối với các thiết bị thụ động khác. Những thứ này thường ở dạng băng hiệu tương tác trên tường hoặc quảng cáo. (Oprfid, 2021)

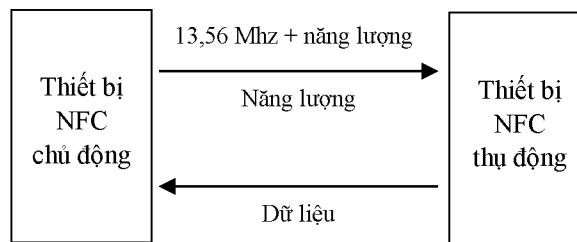
Các thiết bị chủ động có thể vừa gửi và nhận dữ liệu, vừa có thể giao tiếp với nhau cũng như với các thiết bị thụ động. Cho đến nay, điện thoại thông minh là ứng dụng phổ biến nhất của các thiết bị NFC đang hoạt động, nhưng đầu đọc thẻ giữ xe công cộng và thiết bị thanh toán cảm ứng cũng là những ví dụ điển hình về công nghệ này. (Stac Tech, 2021)

1.2. Nguyên lý hoạt động

Bây giờ chúng ta đã biết NFC là gì, vậy nó hoạt động như thế nào? Cũng giống như Bluetooth và Wi-Fi, và tất cả các cách thức của tín hiệu không dây khác, NFC hoạt động trên nguyên tắc gửi thông tin qua sóng vô tuyến. Giao tiếp trường gần là một tiêu chuẩn khác cho quá trình chuyển đổi dữ liệu không dây. Điều này có nghĩa là các thiết bị phải tuân thủ các thông số kỹ thuật nhất định để giao tiếp với nhau đúng cách. Công nghệ được sử dụng trong NFC dựa trên ý tưởng Nhận dạng tần số vô tuyến (Radio Frequency Identification - RFID), sử dụng cảm ứng điện từ để truyền thông tin, nhưng NFC hoạt động ở khoảng cách ngắn hơn, cung cấp giao tiếp an toàn hơn và cho phép giao tiếp hai chiều (ngang hàng). (Choose 2 Rent, 2021)

Một điểm đánh dấu sự khác biệt lớn nhất giữa NFC và Bluetooth/WiFi đó là các thiết bị NFC thụ động không yêu cầu nguồn điện riêng cho chúng. Thay vào đó, chúng có thể được cung cấp năng lượng bởi trường điện từ được tạo ra bởi một thiết bị NFC chủ động đang hoạt động khi nó nằm trong phạm vi. Thật không may, công nghệ NFC không thể tạo ra đủ điện năng để sạc điện thoại thông minh của chúng ta, nhưng công nghệ sạc không dây Qi cũng dựa trên nguyên tắc tương tự. (Girishankar, 2019)

Tần số truyền dữ liệu qua NFC là 13,56 MHz. Chúng ta có thể gửi dữ liệu ở tốc độ 106, 212 hoặc 424 kilobit mỗi giây. Điều đó đủ nhanh cho một loạt các chuyển dữ liệu - từ thông tin danh bạ đến trao đổi hình ảnh và các bài nhạc. (Pratik Rupareliya, 2014)



Hình 1: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của công nghệ NFC giữa thiết bị chủ động và bị động

Để xác định loại thông tin nào sẽ được trao đổi giữa các thiết bị, tiêu chuẩn NFC hiện có ba chế độ hoạt động riêng biệt. Có lẽ cách sử dụng phổ biến nhất trong điện thoại thông minh là chế độ peer-to-peer. Điều này cho phép hai thiết bị hỗ trợ NFC trao đổi các phần thông tin khác nhau giữa nhau. Trong chế độ này, cả hai thiết bị chuyển đổi giữa chủ động khi gửi dữ liệu và thụ động khi nhận. (Ayusharma0698, 2018); Chế độ thứ hai là chế độ đọc/ghi truyền dữ liệu một chiều. Thiết bị đang hoạt động, có thể là điện thoại thông minh, liên kết với một thiết bị khác để đọc thông tin từ thiết bị đó. Thẻ quảng cáo NFC sử dụng chế độ này. (Ozeki 10, 2021); Phương thức hoạt động cuối cùng là giả lập thẻ. Thiết bị NFC có thể hoạt động như một thẻ tín dụng thông minh thanh toán không chạm hoặc giữ xe công cộng. Vì thanh toán có thể được thực hiện chỉ bằng một lần quét mà không cần bất kỳ xác thực nào khác, số tiền tối đa có thể được giao dịch bằng cách sử dụng tính năng này được giới hạn ở mức 2000 Rs ở Ấn Độ tính đến thời điểm hiện tại. Đối với các giao dịch có số tiền lớn hơn, chúng ta cần sử dụng tính năng xác thực thông thường. (Gyanoholic, 2019)

1.3. Những thiết bị nào có NFC

Danh sách các thiết bị được trang bị NFC đang tăng lên mỗi ngày. Để theo dõi những thiết bị nào đang tận dụng công nghệ NFC thì NFC World cung cấp một danh sách hầu hết các điện thoại hỗ trợ NFC được cập nhật liên tục. Rất nhiều thiết bị Android có NFC và mọi iPhone kể từ iPhone 6 cũng đều có tính năng này.

Mọi iPhone kể từ iPhone 6: Trong một thời gian dài, Apple đã hạn chế các thiết bị được trang bị NFC trong việc mua hàng. Tuy nhiên, lô iPhone mới nhất, bao gồm iPhone 11 Pro, 11 Pro Max và 11 cũng hỗ trợ NFC thông qua ứng dụng Launch Center Pro. NFC cũng đã được thêm vào iPad kể từ iPad Pro, iPad Air 2 và iPad Mini thế hệ thứ ba, nhưng những thiết bị này sẽ không hoạt động với đầu đọc không tiếp xúc tại cửa hàng. (Simon Hill, 2020)

Mọi thiết bị chạy Android 4.0 trở lên: Nếu thiết bị đang chạy Android 4.4 trở lên, có thể sử dụng Google Pay. Nếu có thiết bị Samsung, cũng có thể sử dụng Samsung Pay để thanh toán NFC. Điện thoại Android chạy Android 4.4 trở lên cho đến Android 10.0 cũng có thể sử dụng Android Beam, cho phép trao đổi khá nhiều loại thông tin, bao gồm video YouTube, trang web hoặc thông tin liên hệ. (Simon Hill, 2020)

1.4. Bảo mật và quyền riêng tư của NFC

Giống như tất cả các hệ thống thông tin, các hệ thống dựa trên NFC có thể bị tấn công, chúng đe dọa an ninh hệ thống và quyền riêng tư của người dùng. Vì thế cần quan tâm đến tính tin cậy và an toàn của các dịch vụ NFC đang quản lý thông tin cá nhân. Trong các cuộc tấn công NFC, mục tiêu có thể là toàn bộ hệ thống NFC hoặc nó có thể chỉ là thành phần NFC (ví dụ: thẻ, trình đọc, di động, phụ trợ) của hệ thống NFC. (Vedat Coskun, 2014)

Theo nghiên cứu của Madlmayr, các tài sản chính cần được bảo vệ trong các hệ thống dựa trên NFC là: Quyền riêng tư của người dùng được thể hiện bằng dữ liệu được lưu trữ trên máy chủ NFC chẳng hạn như tin nhắn; Chức năng NFC và khả năng hoạt động của thiết bị; Chức năng của bộ điều khiển máy chủ và các ứng dụng trên SE; Thông tin được trao đổi giữa các thiết bị NFC qua liên kết RF; Thông tin được lưu trữ trên thẻ NFC.

Về tiêu chuẩn hóa, cho đến nay chỉ có bảo mật của giao thức NFCIP-1 được tiêu chuẩn hóa, trong đó tập trung vào việc trao đổi thông tin giữa hai điện thoại di động NFC, tức là mạng ngang hàng. Các ứng dụng sử dụng chế độ ngang hàng không yêu cầu ứng dụng các cơ chế mã hóa cụ thể cho các dịch vụ bảo mật được cung cấp bởi NFC. Trên thực tế, rất cần thiết để thêm mã hóa NFC tiêu chuẩn cho các dịch vụ hoạt động trong các chế độ khác nhau. (Vedat Coskun, 2014)

2. So sánh với bluetooth và lợi ích của công nghệ NFC

2.1. So sánh với Bluetooth

Vậy NFC so với các công nghệ không dây khác như thế nào? Có thể nghĩ rằng NFC hơi không cần thiết vì Bluetooth đã phổ biến rộng rãi hơn trong nhiều năm. Tuy nhiên, có một vài khác biệt quan trọng về kỹ thuật giữa hai loại công nghệ này mang lại cho NFC một số lợi ích đáng kể trong một vài trường hợp nhất định. Trước tiên hết là NFC yêu cầu tiêu thụ điện năng ít hơn nhiều so với Bluetooth. Điều này làm cho NFC hoàn hảo cho các thiết bị thụ động, chẳng hạn như các thẻ NFC đã đề cập trước đó, vì chúng có thể hoạt động mà không cần nguồn điện độc lập. (PlexPage, 2020)

Tuy nhiên, việc tiết kiệm điện này có một số nhược điểm lớn. Đáng chú ý nhất là phạm vi truyền ngắn hơn nhiều so với Bluetooth. Trong khi NFC có phạm vi khoảng 10 cm, chỉ vài inch, kết nối Bluetooth có thể truyền dữ liệu lên đến 10 mét hoặc hơn. Một nhược điểm khác là NFC hơi chậm hơn Bluetooth. Nó truyền dữ liệu với tốc độ tối đa chỉ 424 kbit/s, so với 2,1 Mbit/s với Bluetooth 2.1 hoặc khoảng 1 Mbit/s với Bluetooth Low Energy (BLE). (Offerworldcpa, 2020)

Nhưng NFC có một lợi thế lớn là kết nối nhanh hơn. Do sử dụng quy trình ghép nối quy nạp và không có ghép nối thủ công, nên chỉ mất chưa đến một phần mười giây để thiết lập kết nối giữa hai thiết bị. Mặc dù Bluetooth hiện đại kết nối khá nhanh, NFC vẫn siêu tiện dụng cho một số trường hợp nhất định, cụ thể là thanh toán di động. (Robert Triggs, 2019)

Samsung Pay, Android Pay và thậm chí cả Apple Pay đều sử dụng công nghệ NFC, mặc dù Samsung Pay hoạt động hơi khác so với những cái khác. Dù Bluetooth hoạt động tốt hơn trong việc kết nối các thiết bị với nhau để truyền tệp, chia sẻ kết nối với loa,... nhưng tin chắc rằng NFC sẽ luôn có chỗ đứng trên thế giới này nhờ thanh toán di động - một công nghệ mở rộng nhanh chóng. (Robert Triggs, 2019)

2.2. Một số lợi ích của công nghệ NFC

Những người quan tâm đến NFC thường tự hỏi nó có thể làm gì cho họ và làm thế nào nó có thể giúp cuộc sống của họ dễ dàng hơn. Kể từ khi công nghệ NFC được ra đời thì hàng loạt các tiện ích mà nó mang lại dần xuất hiện.

2.2.1. Thanh toán không tiếp xúc

Việc sử dụng công nghệ NFC nổi tiếng nhất là để thanh toán không tiếp xúc. Người dùng có thể vượt điện thoại thông minh của họ qua đầu đọc thẻ để mua hàng mà không cần dò tìm thẻ tín dụng và thẻ ghi nợ hoặc tiền mặt. Công nghệ này cho phép người dùng nạp nhiều thẻ và chọn thẻ nào họ muốn sử dụng cho mỗi giao dịch. Điều này không chỉ giúp tiết kiệm thời gian mà còn giảm nguy cơ mất thẻ tín dụng khi mang theo nhiều thẻ. (Elma Jane, 2015)

2.2.2. Trong giao thông vận tải

Tàu điện ngầm và tàu hỏa yêu cầu hành khách phải mua vé dựa trên số chuyến đi mà họ dự định đi và rất dễ bị lạc trong việc xáo trộn đường đi làm buổi sáng. Một số thành phố hiện cung cấp phiên bản NFC hoặc FeliCa của vé tàu, phổ biến ở Nhật Bản. Vượt điện thoại thông minh không chỉ cho phép hành khách truy cập vào tàu điện ngầm mà còn theo dõi số chuyến đi mà anh ta đã đi. Hành khách có thể đến và đi nhanh hơn nhiều và dễ dàng trả thêm tiền cho các chuyến đi. (Bapu Shinde, 2018)

2.2.3. Chăm sóc sức khỏe

Khi những tiến bộ trong y học và công nghệ ngày càng tăng, trọng tâm là tạo ra các hệ thống chăm sóc sức khỏe tốt hơn. Với công nghệ NFC, bệnh viện có thể theo dõi thông tin bệnh nhân và ghi chú của bác sĩ trong thời gian thực tốt hơn. Mỗi lần y tá hoặc bác sĩ đến thăm bệnh nhân, họ có thể ghi lại sự thay đổi trong các khuyến nghị và ghi lại những loại thuốc đã được sử dụng. Điều này giúp ngăn chặn việc cấp nhầm thuốc cho bệnh nhân và tạo ra một hệ thống hợp lý tập trung vào việc chăm sóc bệnh nhân tốt nhất. (Bapu Shinde, 2018)

2.2.4. Mạng xã hội

Mạng xã hội đang bùng nổ và các thẻ NFC đang tìm cách tham gia vào nó. Từ thao tác vượt điện thoại thông minh để đăng ký tại một địa điểm đến chạm điện thoại với một người bạn mới để trao đổi thông tin liên lạc, NFC cho phép người dùng tương tác với nhau và cập nhật vị trí của họ cũng như các thông tin khác mà không cần đăng nhập hoặc chạm qua màn hình menu. (Rashmi Bhardwaj, 2020)

3. Sự phát triển của công nghệ NFC sau năm 2010

NFC là một công nghệ kết nối không dây tầm ngắn tương đối mới, được phát triển từ sự kết hợp của các công nghệ kết nối và nhận dạng không tiếp xúc hiện có là RFID. Bằng sáng chế được ra đời sớm nhất là liên quan đến RFID đã được cấp cho Charles Walton vào năm 1983. Trải qua nhiều năm nghiên cứu và phát triển NFC mới thực sự được thúc đẩy từ năm 2002. Khoảng thời gian từ năm 2002 đến 2010, NFC đánh dấu sự ra đời của chiếc điện thoại đầu tiên là Nokia 6131 hỗ trợ NFC vào năm 2006, và cho đến năm 2010 chiếc Android đầu tiên hỗ trợ NFC đã được ra mắt.

Kể từ khi chiếc điện thoại Android đầu tiên hỗ trợ NFC là Samsung NEXUS S ra đời thì các nhà phát triển cũng như các hãng sản xuất điện thoại đẩy mạnh ứng dụng NFC. Tiêu biểu là Google Wallet - một ứng dụng sử dụng NFC để thực hiện thanh toán di động. Nó xuất hiện lần đầu tiên vào tháng 9 năm 2011 tại Mỹ trên điện thoại thông minh Nexus S qua mạng không dây Sprint. Samsung Galaxy S III được ra mắt vào năm 2012 với NFC và S Beam (được xây dựng trên Android Beam) cho chia sẻ dữ liệu. (Matt Hamblen, 2012)

Samsung cũng ra mắt thẻ NFC TecTile cỡ nhỏ vào năm 2012 có thể được lập trình và viết lại bởi các thiết bị NFC. Ví dụ: một thẻ đặt gần đầu giường có thể được lập trình để bật ứng dụng âm nhạc của điện thoại mỗi khi điện thoại đến gần. Thẻ NFC cũng có thể được sử dụng trong bảng quảng cáo hoặc kiosk, giống như cách mã QR được sử dụng để cung cấp thông tin khi được đọc bởi điện thoại thông minh hoặc thiết bị hỗ trợ khác. (Matt Hamblen, 2012)

Khi Apple iPhone 5 được ra mắt vào tháng 9 năm 2012, nhiều người mong đợi nó sẽ có NFC nhưng không. Thay vào đó, nó dựa vào ứng dụng Passbook của Apple và mã vạch trên màn hình của điện thoại được đọc bằng các thiết bị đầu cuối quét quang học trong các cửa hàng và quầy làm thủ tục tại sân bay. Starbucks và Dunkin' Donuts cũng dựa vào máy quét quang học để đọc mã vạch trên màn hình điện thoại thông minh cho những khách hàng muốn mua cà phê và thực hiện các giao dịch mua khác. (Matt Hamblen, 2012)

Hoạt động xung quanh NFC và ví di động đã được tăng cường vào tháng 8/2012, khi hơn một chục nhà bán lẻ lớn bao gồm Best Buy, Walmart và Target thành lập Sàn giao dịch khách hàng người bán (MCX), một mạng thanh toán di động. MCX vẫn chưa cho biết họ đang sử dụng công nghệ thanh toán nào, mặc dù nhóm dự kiến sẽ có tác động lớn đến tăng trưởng ví di động dựa trên quy mô và tầm ảnh hưởng của các nhà bán lẻ liên quan. Các lựa chọn thay thế khác cho NFC, chẳng hạn như mã vạch và máy quét quang học được sử dụng với iPhone, cũng đã xuất hiện. (Matt Hamblen, 2012)

Trong số các nhà phát triển ví di động khác ở Mỹ, liên doanh Isis của AT&T, Verizon Wireless và T-Mobile USA đã khởi động vào tháng 10 năm 2012 tại Thành phố Salt Lake và Austin bằng cách sử dụng điện thoại thông minh có hỗ trợ NFC để mua hàng tại các thiết bị đầu cuối có NFC. (Matt Hamblen, 2012)

Các nhà phân tích tin rằng việc sử dụng rộng rãi thẻ tín dụng và thậm chí cả tấm séc giấy ở Mỹ để thực hiện thanh toán đã làm giảm sự quan tâm của người tiêu dùng đối với NFC trên điện thoại thông minh. Các cuộc khảo sát cũng cho thấy một nhóm lớn người Mỹ vẫn không tin tưởng vào tính bảo mật của điện thoại thông minh khi được sử dụng để thanh toán. (Matt Hamblen, 2012)

Theo Juniper Research và những nhà nghiên cứu khác đặt tỷ lệ điện thoại thông minh có chip NFC là 20% vào năm 2014, số lượng thiết bị đầu cuối thanh toán sẵn sàng NFC có thể giao tiếp với điện thoại NFC vẫn chỉ là một tỷ lệ nhỏ trong tổng số. Aite Group ước tính rằng chỉ 2% thương gia trên toàn cầu có thiết bị đầu cuối đọc NFC, thậm chí còn ít hơn ở Mỹ, đây là lý do có thể khiến Apple bỏ qua việc đưa NFC vào iPhone 5.

Nhà phân tích Avivah Litan của Gartner dự đoán rằng thanh toán qua NFC sẽ đạt ngưỡng 10% vào năm 2015, so với quy trình thanh toán qua SMS được kỳ vọng sẽ chiếm 50% khối lượng thanh toán di động trên toàn cầu trong cùng năm đó. Litan nói: “Chúng tôi vẫn đang dẫn đầu khi nói đến sự đổi mới của NFC. Sẽ mất một thập kỷ trước khi nó trở nên phổ biến trên toàn cầu”.

Từ sau năm 2015 sự phát triển của công nghệ NFC không có gì nổi bật, tuy số lượng thiết bị hỗ trợ NFC ngày càng tăng và đã ứng dụng vào nhiều lĩnh vực của đời sống, có thể thấy, các nghiên cứu về công nghệ NFC đã đi đến điểm bão hòa, tuy nhiên tiềm năng nghiên cứu ứng dụng NFC vẫn còn rất lớn để tập trung khai thác và phát triển.

4. Kết luận

NFC là công nghệ cho phép người dùng đặt máy tính bảng hoặc điện thoại thông minh gần một thiết bị khác để chia sẻ thông tin một cách trực quan và trong phạm vi ngắn. NFC tương thích với các cơ sở hạ tầng RFID và có một số lợi thế chính so với các công nghệ hiện có, những ưu điểm này bao gồm dễ sử dụng và khả năng vừa truyền vừa lưu trữ dữ liệu. Công nghệ NFC vẫn còn một chặng đường dài để phát triển có thể tin rằng nó có một tương lai đầy hứa hẹn nhờ tính linh hoạt, tốc độ và khả năng làm cho cuộc sống của chúng ta dễ dàng và thoải mái hơn nhiều.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vedat Coskun, 27 October 2014, “A Survey on Near Field Communication (NFC) Technology”, 10 January 2021, https://www.researchgate.net/publication/257675463_A_survey_on_Near_Field_Communication_NFC_technology
- [2] Sethuraman Rao, 21 April 2016, “Near Field Communication (NFC) Technology: A Survey”, 10 January 2021, https://www.researchgate.net/publication/276534674_Near_Field_Communication_NFC_Technology_A_Survey
- [3] Ionos, 20 July 2020, “What is NFC? Functions Provided by Near-Field Communication”, 10 January 2021, <https://www.ionos.com/digitalguide/server/know-how/nfc-near-field-communication/>
- [4] Aravind Chandrasekaran, 28 March 2016, “What is nfc & how it works?”, 10 January 2021, <https://www.linkedin.com/pulse/what-nfchow-works-aravind-c>
- [5] Oprfid, 2021, “What is NFC?”, 10 January 2021, <http://www.oprfid.com/what-is-nfc.html>
- [6] Stac Tech, 2021. “NFC (Near Field Communication)”, 10 January 2021, <https://stactech.in/near-field-communication-nfc/>
- [7] Choose 2 Rent, 2021, “NFC reader rentals: How does NFC work?”, 10 January 2021, <https://choose2rent.com/nfc-reader-rentals-info-how-does-nfc-work/>
- [8] Girishankar, 29 July 2019, “NFC functionally”, 10 January 2021, <https://r2.community.samsung.com/t5/Tech-Talk/NfC-functionally/td-p/1965932>
- [9] Girishankar, 29 July 2019, “NFC functionally”, 10 January 2021, <https://r2.community.samsung.com/t5/Tech-Talk/NfC-functionally/td-p/1965932>
- [10] Ayusharma0698, 27 September 2018, “Near Field Communication (NFC)”, 10 January 2021, <https://www.geeksforgeeks.org/near-field-communication-nfc/>
- [11] Ozeki 10, 2021, “How to use an Arduino NFC Reader”, 10 January 2021, http://www.ozeki.hu/p_2990-how-to-use-an-nfc-reader-in-arduino.html
- [12] Gyanoholic, 2019, “What is NFC technology?”, 10 January 2021, <http://www.gyanoholic.com/blog/what-is-nfc-technology->
- [13] Simon Hill, 02 December 2020, “What is NFC? Here’s everything you need to know”, 10 January 2021, <https://www.digitaltrends.com/mobile/what-is-nfc/>
- [14] PlexPage, 04 October 2020, “Nfc On My Phone”, 10 January 2021, https://plex.page/Nfc_On_My_Phone
- [15] Offerworldcpa, 02 November, 2020, “What is NFC and the manner does it work”, 10 January 2021, https://offerworldcpa.com/blog/entry/What_is_NFC_and_the_manner_doe/16006661880013ce6f8a8a8/
- [16] Robert Triggs, 30 June 2019, “What is NFC and how does it work”, 10 January 2021, <https://www.androidauthority.com/what-is-nfc-270730/>
- [17] Elma Jane, 13 December 2015, “NFC (Near-Field-Communication) Benefits is it Worth It?”, 10 January 2021, <https://www.nationaltransaction.com/credit-card-merchant/nfc-near-field-communication-benefits-is-it-worth-it/>

- [18] Bapu Shinde, 15 February 2018, “WHAT IS NFC?”, 10 January 2021, <https://medium.com/bapusaheb-shinde/android-nfc-f15e5ed2e415>
- [19] Nearfieldcommunication, 2017, “Benefits of NFC for Individuals”, 10 January 2021, <http://nearfieldcommunication.org/benefits.html>
- [20] Rashmi Bhardwaj, 2020, “NFC TECHNOLOGY”. 10 January 2021, <https://ipwithease.com/nfc-technology/>
- [21] Matt Hamblen, 19 December 2012, “A short history of NFC”, 10 January 2021, <https://www.computerworld.com/article/2493888/a-short-history-of-nfc.html>
- [22] Sarkis Agaian, 13 June 2012, “Near Field Communication (NFC)”, 10 January 2021, <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph250/agaian2>
- [23] Cameron Faulkner, 09 May 2017, “What is NFC? Everything you need to know”, 10 January 2021, <https://www.techradar.com/news/what-is-nfc>
- [24] Nicholas Montegriffo, 2016, “What is NFC? Everything you need to know about NFC technology”, 10 January 2021, <https://www.nextpit.com/what-is-nfc>
- [25] Unitag, 2020, “NFC technology. Discover what NFC is, and how to use it.”, 10 January 2021, <https://www.unitag.io/nfc/what-is-nfc>
- [26] CARLA TARDI, 23 September 2020, “Near-Field Communication (NFC)”, 10 January 2021, <https://www.investopedia.com/terms/n/near-field-communication-nfc.asp>
- [27] Kris Koishigawa, 03 November 2020, “What is NFC? Near Field Communication Uses, Chips, Tags, and Readers Explained”, 10 January 2021, <https://www.freecodecamp.org/news/what-is-nfc-near-field-communication-uses-chips-tags-and-readers-explained/>
- [28] Chaitra Joshi, 04 November 2019, “What is NFC & how does it work?”, 10 January 2021, <https://blog.beaconstac.com/2019/05/what-is-nfc-and-how-does-it-work/>
- [29] Shopnfc, 2020, “What is Near Field Communication and what are NFC Tags”, 10 January 2021, <https://www.shopnfc.com/en/content/9-what-is-nfc>
- [30] CHRIS HOFFMAN, 04 May 2018, “What is NFC (Near Field Communication), and What Can I Use It For?”, 10 January 2021, <https://www.howtogeek.com/137979/htg-explains-what-is-nfc-and-what-can-i-use-it-for/>
- [31] Verizon, 2020, “What is NFC Technology? | Near Field Communications”, 10 January 2021, <https://www.verizon.com/articles/how-to-use-nfc-near-field-communication/>
- [32] Sony, 25 December 2020, “What is NFC?”, 10 January 2021, <https://www.sony.com/electronics/support/articles/00022001>
- [33] Yamaha, 2020, “What is NFC?”, 10 January 2021, <https://uc.yamaha.com/insights/blog/2018/december/what-is-nfc/>
- [34] Electronics-notes, 2020, “What is NFC: near field communication”, 10 January 2021, <https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/nfc-near-field-communication/what-is-nfc-tutorial.php>
- [35] Melissa Johnson, 06 January 2020, “Everything You Need To Know About NFC Technology & Why NFC Payments Are The Future”, 10 January 2021, <https://www.merchantmaverick.com/what-is-nfc/>

-
- [36] NATHAN CHANDLER, 23 November 2020, “What's an NFC Tag?”, 10 January 2021, <https://electronics.howstuffworks.com/nfc-tag.htm>
- [37] Céline, 26 June 2020, “What is NFC and what can I use it for?”, 10 January 2021, <https://www.coolblue.nl/en/advice/what-is-nfc.html>
- [38] Yash Tripathi, 18 September 2020, “What Is NFC In Mobile? How To Check If Your Smartphone Has NFC? Know Details”, 10 January 2021, <https://www.republicworld.com/technology-news/mobile/what-is-nfc-in-mobile-how-to-check-if-your-smartphone-has-nfc.html>
- [39] Securetechalliance, 2020, “NFC Frequently Asked Questions”, 10 January 2021, <https://www.securetechalliance.org/publications-nfc-frequently-asked-questions/>
- [40] AndroidDev, 27 December 2019, “Near field communication overview”, 10 January 2021, <https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/nfc>
- [41] Patrick Johnson, 18 November 2020, “What is NFC?”, 10 January 2021, <https://www.veriff.com/veriff-times/what-is-nfc>
- [42] Smart Poster, 2020, “What Is NFC?”, 10 January 2021, <https://www.smartposter.co.uk/what-is-nfc/>
- [43] Blue.social, 2020, “What is NFC? The Near Field Communications Guide”, 10 January 2021, <https://blue.social/nfc/>
- [44] William Dawsey, 2020, “WHAT IS NFC? EVERYTHING YOU NEED TO KNOW”, 10 January 2021, <https://www.chetu.com/blogs/payments/what-is-nfc-everything-you-need-to-know.php>
- [45] Teddy Mitova, 12 January 2021, “What Is NFC (the Only Guide You’ll Need in 2021)”, 15 January 2021, <https://techjury.net/blog/what-is-nfc/#gref>
- [46] WORLDPAY EDITORIAL TEAM, 08 July 2019, “7 things to know about accepting NFC mobile payments | Worldpay”, 10 January 2021, <https://www.fisglobal.com/en/insights/merchant-solutions-worldpay/article/nfc-payment-acceptance-for-smbs>
- [47] Rajnish Kumar, 2020, “What is NFC?”, 10 January 2021, <https://www.quora.com/What-is-NFC>
- [48] Emily Green, 14 January 2020, “What is NFC on the phone?”, 10 January 2021, <https://nordvpn.com/blog/what-is-nfc-on-phone/>
- [49] Squareup, 23 April 2017, “NFC Guide: All You Need to Know About Near Field Communication”, 10 January 2021, <https://squareup.com/us/en/townsquare/nfc>
- [50] Daniel Gniazdo, 30 October 2015, “What’s NFC and why should you care?”, 10 January 2021, <https://www.jabra.com/blog/whats-nfc-and-why-should-you-care/>
-