Duong Tien Trung
Hoang Anh Phan
18 November 2020

Báo cáo sơ bộ về mô hình truyền thông RF

Đánh giá sơ bộ thông qua thực nghiệm

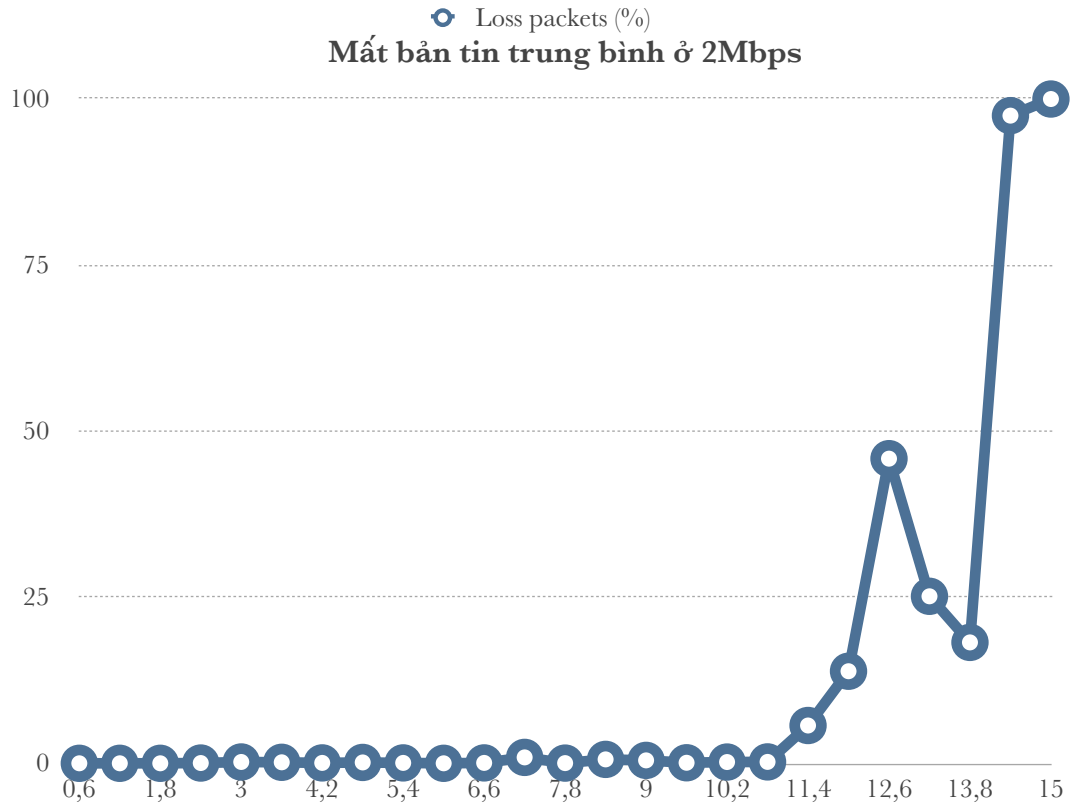
Ngày nay, có nhiều hoạt động nghiên cứu đang diễn ra liên quan đến thông tin liên lạc dưới nước và mạng lưới cảm biến dưới nước. Một mặt, các hướng nghiên cứu chính dựa trên việc tăng khoảng cách và băng thông, mặt khác, nỗ lực giảm tiêu thụ năng lượng của các thiết bị dưới nước, với mục đích tăng tuổi thọ mạng. Nghiên cứu thông tin liên lạc dưới nước chủ yếu tập trung vào việc sử dụng tín hiệu quang học, tín hiệu điện từ và sự lan truyền của tín hiệu âm thanh và siêu âm. Mỗi kỹ thuật có những đặc điểm riêng, với những lợi ích và hạn chế của nó, chủ yếu là do các đặc tính hóa học và các hạn chế vật lý của môi trường.

Các hệ thống dựa trên truyền thông quang học có thể đạt tốc độ lan truyền rất cao. Tuy nhiên, hiện tượng tán xạ ngược mạnh là do các hạt lơ lửng gây ra và chúng bị ảnh hưởng bởi độ đục của nước, vì vậy chúng không phải là lựa chọn tốt cho khoảng cách xa.

Các hệ thống dựa trên sóng âm ít nhạy cảm hơn với các hạt mịn lơ lửng trong nước và độ đục của nước, so với sóng quang học. Hơn nữa, chúng là phương pháp được sử dụng nhiều nhất, vì chúng có thể đạt được khoảng cách lớn (trên 20 km). Mặc dù truyền thông âm thanh là một công nghệ đã được chứng minh, nhưng nó có một số nhược điểm chính, như tốc độ dữ liệu thấp (0 b / s đến 20 kb / s), bị hạn chế bởi một số yếu tố, chẳng hạn như tần số sóng mang thấp, phản xạ mạnh và suy giảm khi thông tin liên lạc được thực hiện gần bề mặt, cũng như hiệu suất kém trong nước đục với các hạt lớn, nhạy cảm với các đặc điểm môi trường khác nhau và độ mặn. Trong truyền thông âm thanh và siêu âm, các nhà nghiên cứu thường làm việc để thay đổi loại điều chế và giao thức truyền thông, để giảm thiểu tác động của phản xạ và đạt được tốc độ dữ liệu truyền thông càng cao càng tốt.

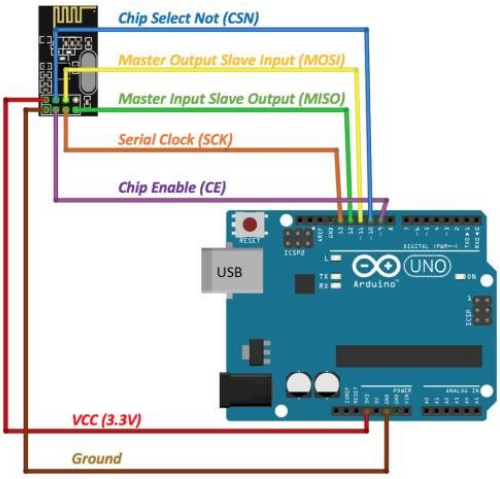
Khi cần tốc độ dữ liệu cao hơn, chúng ta nên sử dụng các phương pháp tần số vô tuyến (RF), có thể đạt tốc độ dữ liệu truyền thông lên đến 100 Mb/giây trong khoảng cách

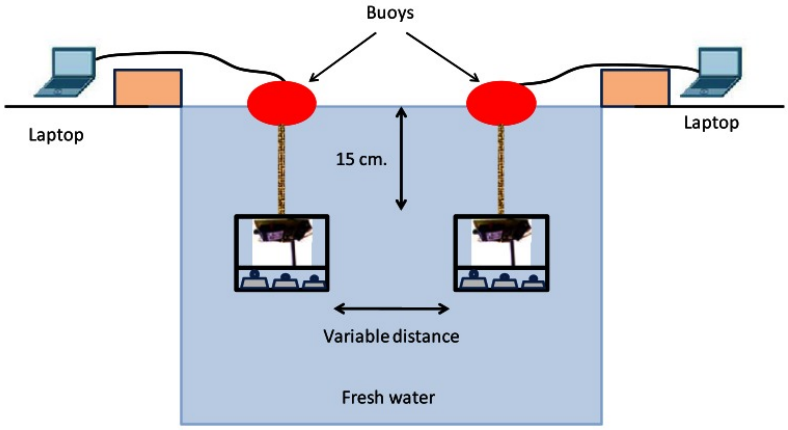
rất ngắn, ngoài việc thể hiện khả năng miễn nhiễm đáng kể khỏi các đặc điểm môi trường. Sóng điện từ (EM), trong phạm vi RF, cũng có thể là một lựa chọn tốt cho các hệ thống liên lạc không dây dưới nước. Sóng EM kém nhạy cảm với hiệu ứng phản xạ và khúc xạ ở vùng nước nông hơn so với sóng âm. Ngoài ra, các hạt lơ lửng có rất ít ảnh hưởng đến chúng. Tốc độ của sóng EM cao hơn (lớn hơn 150.000 lần) so với tốc độ của sóng âm Tốc độ của sóng EM chủ yếu phụ thuộc vào độ thẩm thấu (μ), độ cho phép (ε), độ dẫn điện (σ) và mật độ điện tích (ρ). Các thông số này thay đổi theo loại nước và giá trị độ dẫn điện liên quan đến môi trường thường thay đổi, do đó tốc độ truyền sóng và hệ số hấp thụ liên quan trực tiếp đến tần số làm việc cũng khác nhau. Độ dẫn điện thể hiện các giá trị khác nhau cho từng trường hợp, nước biển có giá trị trung bình độ dẫn điện cao, khoảng 4 S / m (rõ ràng là nó thay đổi theo độ mặn và tính chất vật lý của từng loại nước biển), nhưng trong nước ngọt giá trị điển hình là 0,01 S / m và nước uống có độ dẫn từ 0,005 đến 0,05 S / m. Hơn nữa, khả năng cho phép của nước biển thay đổi như một hàm của tần số, nhiệt độ và độ mặn. Vấn đề chính đối với thông tin liên lạc dưới nước dựa trên sóng EM là độ suy giảm cao do độ dẫn của nước. Sự suy giảm này tăng lên khi tần số sóng EM tăng. Do đó, tần số cao hơn sẽ ghi lại tổn thất tín hiệu lớn hơn.



Distance by 60 cm	Distance in meters	Loss per 10,000 data packets	Loss per 1000 data packets	Loss packets (%)
1	0.6	0		0
2	1.2	0		0
3	1.8	0		0
4	2.4	4		0.04
5	3	20		0.2
6	3.6	15		0.15
7	4.2	6		0.06
8	4.8	13		0.13
9	5.4	6		0.06
10	6	0		0
11	6.6	6		0.06
12	7.2	89		0.89
13	7.8	3		0.03
14	8.4	59		0.59
15	9	44		0.44
16	9.6	8		0.08
17	10.2	19		0.19
18	10.8	21		0.21
19	11.4	569		5.69
20	12	1386		13.86
21	12.6	4586		45.86
22	13.2	2514		25.14
23	13.8		182	18.2
24	14.4		975	97.5
25	15		1000	100

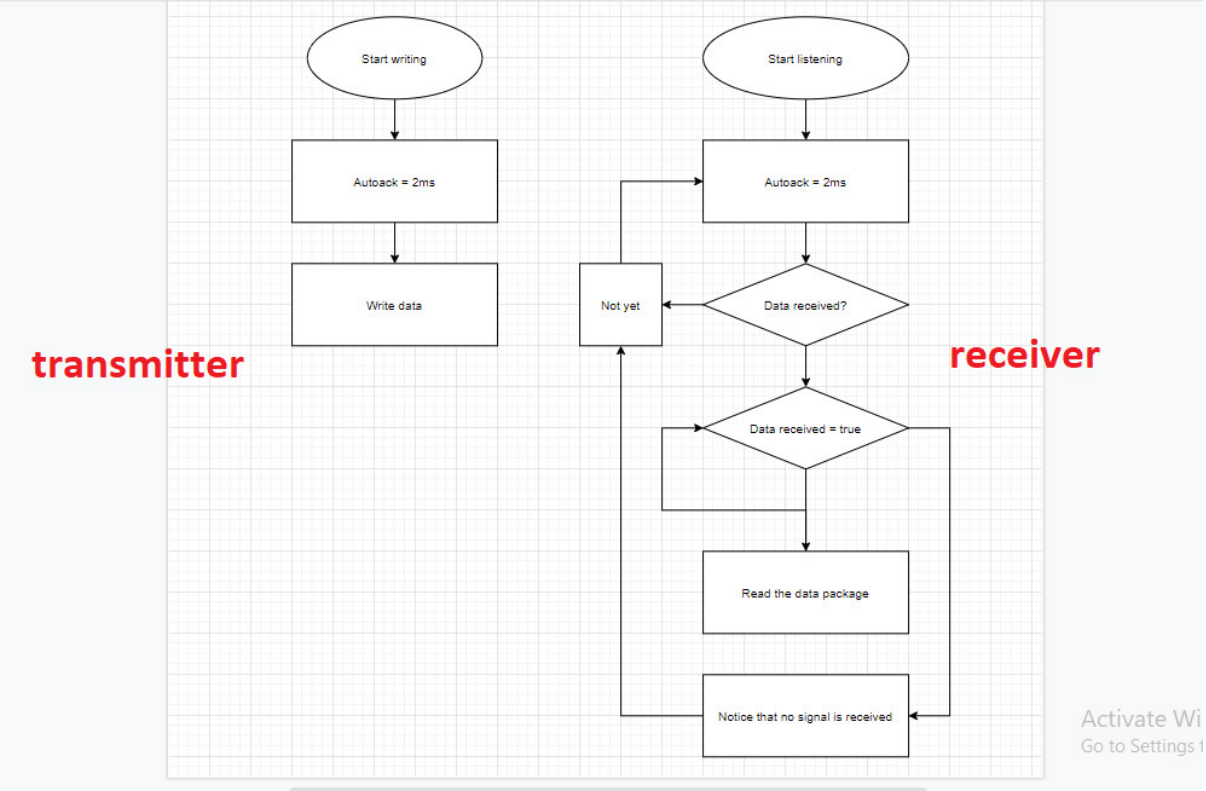
Trong bài báo này, chúng tôi thực hiện một nghiên cứu thực tế về hoạt động của tín hiệu EM (trong dải tần ISM 2,4 GHz) trong môi trường dưới nước, sử dụng các thiết bị dễ mua như module NRF24L01 kèm theo là Arduino UNO.





Sóng EM có một số ưu điểm hơn sóng âm thanh khi được sử dụng để truyền tín hiệu trong nước. Chúng cung cấp giao tiếp nhanh chóng và hiệu quả giữa các nút mạng và vì chúng sử dụng tần suất làm việc cao hơn nên chúng cung cấp tốc độ dữ liệu cao hơn. Có một số yếu tố hạn chế việc sử dụng sóng EM trong nước.

Nước ngọt là môi trường có mức thất thoát thấp. Tốc độ lan truyền của tín hiệu c có thể được biểu thị bằng cách tính gần đúng được chỉ ra trong công thức (1):



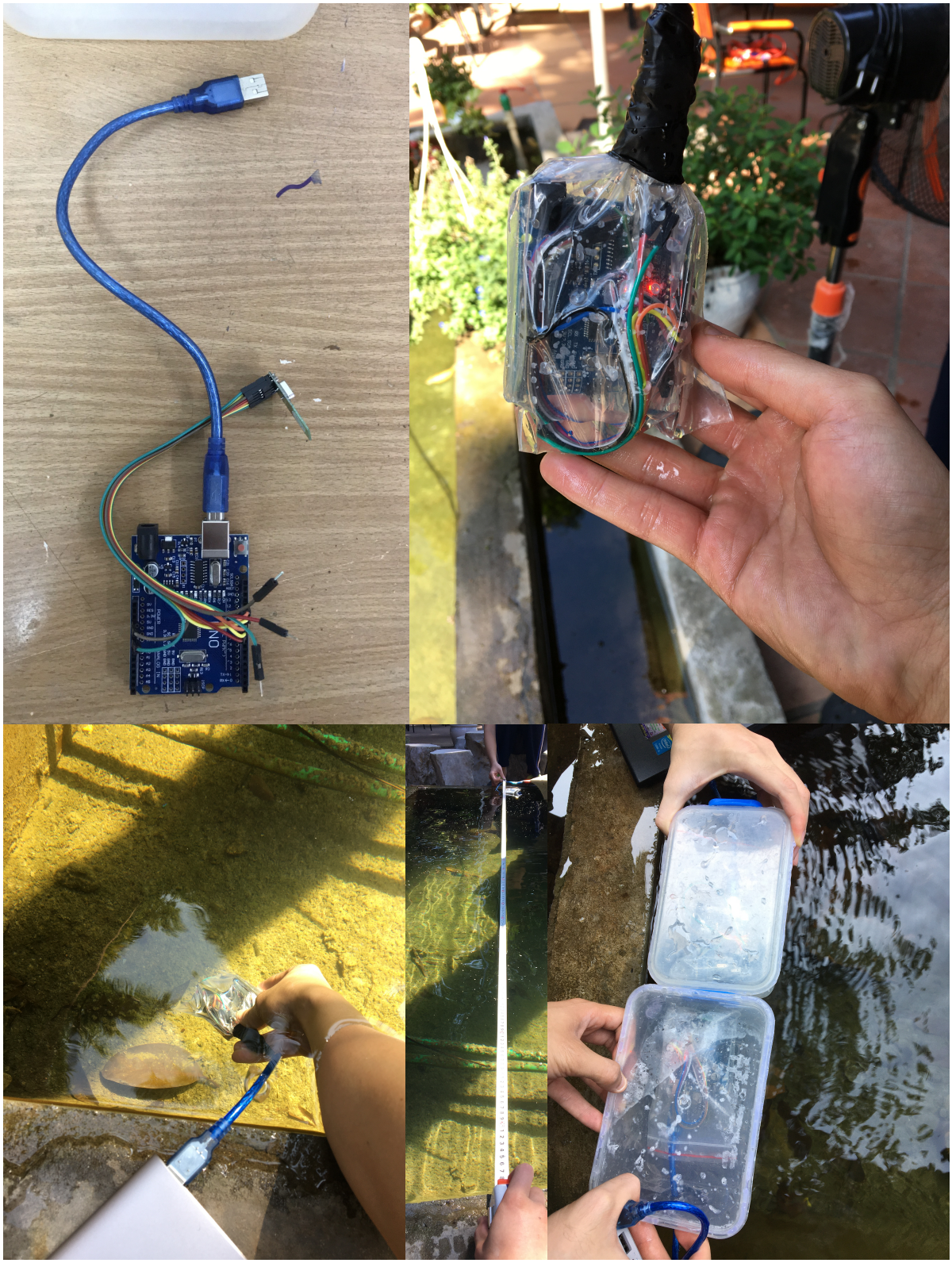
$$c \approx \frac{1}{\sqrt{(1+\chi_e)\cdot 8.85\cdot 10^{-12}\cdot \mu_r \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}}$$

Hệ số hấp thụ a đối với sự lan truyền EM trong nước ngọt có thể được tính gần đúng bằng công thức (2):

$$\alpha \approx \frac{\sigma}{2}\sqrt{\frac{\mu_r \cdot 4\pi \cdot 10^{-7}}{(1+\chi_e)\cdot 8.85\cdot 10^{-12}}}$$

Để thực hiện các bài kiểm tra, chúng tôi đã đặt thiết bị trong hộp nhựa kín để vừa kín nước vừa kín hơi. Điều này cũng cho phép giao tiếp với các thiết bị khác trong mạng. Để duy trì vị trí thẳng đứng của thiết bị, chúng tôi ước tính chấn lưu cần thiết. Đó là thể tích thùng chứa tính bằng lít và khối lượng thêm vào bằng nửa giá trị của thể tích đã tính.

Bước đầu tiên của chúng tôi là đảm bảo rằng tất cả các phép đo được thực hiện đều hợp lệ, do đó chúng tôi phải kiểm tra xem tín hiệu không lan ra khỏi mặt nước. Do đó, chúng tôi đã xác định độ sâu tối thiểu nơi ăng ten nên được đặt. Để làm được điều này, chúng tôi đã thiết lập một kết nối không dây đặc biệt giữa nút và máy tính xách tay bên ngoài nước. Nút cảm biến không dây được đưa vào bên trong nước và chúng tôi ngâm nó cho đến khi máy tính xách tay đặt bên ngoài không nhận được bất kỳ tín hiệu nào từ nút cảm biến không dây. Chúng tôi mất tín hiệu không dây khi nó ở độ sâu 1 cm. Kiểm tra đơn



giản này đảm bảo rằng không có tín hiệu thu thập từ bên ngoài. Hệ thống được đặt ở trung tâm của hồ bơi, cách mép hồ khoảng 1,0 m, tránh mọi ảnh hưởng của phản xạ.

Nghiên cứu về thông tin liên lạc dưới nước và việc sử dụng Mạng cảm biến không dây dưới nước đang trở thành một chủ đề rất nóng vì sự xuất hiện của các ứng dụng biển / hải

dương học mới. Truyền thông dựa trên truyền sóng EM mang lại những lợi ích lớn như tăng tốc độ dữ liệu của liên kết để truyền tải nhiều thông tin hơn.

Trong bài báo này, chúng tôi đã thực hiện một số thử nghiệm ở các tần số và điều chế khác nhau, nhằm kiểm tra một số thông số như độ sâu tối thiểu, khoảng cách giữa các thiết bị và đặc tính truyền tín hiệu. Các bài kiểm tra này đã được thực hiện trong bảy kênh đầu tiên được chỉ định trong tiêu chuẩn IEEE 802.11 cho dải tần ISM 2,4 GHz (là dải tần từ 2,412 GHz đến 2,442 GHz).