**A Efficient Approach**

**for Solving Nonogram Puzzles**

Le Quang Dong

University of Engineering and Technology,

Vietnam National University

**Abstract.** Nonograms, hay còn được biết điến với các tên Japanese Puzzle, Picture-by-Number, là một câu đố khá nổi tiếng trên các tờ báo cũng như cộng đồng giải đố. Mục tiêu của trò chơi là điền vào một lưới ô vuông với các pixels đen và trắng với những gợi ý được cho trước với từng hàng và cột chỉ độ dài các đoạn ô được tô màu đen liên tục trên hàng hoặc cột đó. Dù các Nonogram trong các sách báo giải đố thường có thể giải bằng tay, bài toán giải một Nonogram với gợi ý cho trước là một bài toán NP-hard. Trong đây, tôi sẽ trình bày một số cách suy luận để chương trình có thể giải được một phần của bài toán cũng như một số cách suy nghĩ logic để có thể dựa trên lưới ô vuông hiện có để giải bài toán. Những cách tiếp cận trên dựa trên quy hoạch động và giải thuật heuristic. Kết quả thử nghiệm của tôi cho thấy cách tiếp cận này có thể giải được một số Nonograms không thể giải chỉ bằng lý giải logic đơn lẻ từng hàng hoặc cột. Hầu hết các tính toán trong đây được xử lý trong thời gian đa thức.

**1 Introduction**

Nonograms, hay còn được biết đến với cái tên Paint-by-Number, là một câu đố nối tiếng xuất phát từ Nhật Bản, với mục tiêu vẽ một bức ảnh hình chữ nhật bằng các pixel màu đen hoặc trắng dựa trên các hằng số gợi ý của các hàng và cột. Thường thấy các hình ảnh được vẽ qua trò chơi này là đen trắng, nhưng các Nonogram với nhiều hơn 2 màu có tồn tại. Figure 1 cho ví dụ về một Nonogram, một Nonogram được giải 1 phần và một Nonogram được giải hoàn toàn.

Câu đố này có dạng một lưới hình chữ nhật, được chia thành các đơn vị ô nhỏ hơn. Với mỗi hàng và cột, người giải sẽ có 1 chuỗi các số gợi ý, gợi ý này cho biết độ dài các đoạn ô đen liên tiếp có trên hàng hoặc cột đó. Ví dụ gợi ý trên một hàng là “2 3" thì trên hàng đó, từ trái qua phải sẽ có 0 hoặc nhiều hơn các ô trắng, tiếp nối bời 2 ô đen, tiếp nối bởi 1 hoặc nhiều hơn các ô trắng, tiếp nối bởi 3 ô đen, cuối cùng là 0 hoặc nhiều hơn các ô trắng. Nếu như hàng hoặc cột có gợi ý rỗng , toàn bộ hàn g hoặc cột đó được tô toàn bộ là bằng ô trắng. Mục tiêu của câu đố là điền toàn bộ các ô của câu đố vời 1 trong 2 màu đen hoặc trắng thỏa mãn với các gợi ý trên các hàng và cột. Với những gợi ý và các cách giải trên từng hàng đơn lẻ, câu đố sẽ thường chỉ giải được một phần, nghiên cứu này sẽ đưa ra một cách giải không quá tốt để có thể hoàn thiện việc giải câu đố.

// add figure here

// Nonogram can be related to Discrete Tomography

Nonogram có nhiều các cấp bậc độ khó khác nhau, những câu đố thường thấy trên sách báo giải đố thường là những câu đố đơn giản có thể giải bằng những logic thông thường áp dụng trên từng hàng, cột riêng lẻ. Với những câu đố lớn hơn và ngẫu nhiên thường rất khó để giải và có thể có nhiều hơn 1 lời giải cho 1 câu đố. Các thuật toán giải Nonogram thường có tác dụng giải câu đố và thường không tìm được tất cả các lời giải cho 1 câu đố.

Trong nghiên cứu này, tôi sẽ trình bày một số logic đơn giản cũng như một thuật toán “đoán" ô có hiệu quả với những câu đố ở mức độ vừa phải. Nghiên cứu này được chia thành các phần như sau:

2.