

Laboratório VISGRAF

Instituto de Matemática Pura e Aplicada

Light Fields

Harllon Paz

Carla Pagliari e Luiz Velho (orientadores)

Technical Report TR-20-01 Relatório Técnico

January - 2020 - Janeiro

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo do presente relatório é de única responsabilidade dos autores.

Light Fields

Relatório 1

1. Introdução

O projeto visa a realizar a construção de um dataset 4D sintético que varie ao longo do tempo. O dataset deve exibir características que estressem os métodos de compressão de light fields. Para sintetizar tal datasets serão seguidas as seguintes premissas:

- Propósito do benchmark: estressar os codificadores (compressores) de light fields;
- Criação das cenas: Criar cenas que contenham desafios similares aos de cenas reais complexas, com variação de textura, iluminação, disparidade e grau de movimento;
- Disparity ground truth (disparidade ‘conhecida’): como não é possível adquirir light fields com alta precisão de disparidade, pode-se sintetizar light fields com disparidades ‘conhecidas’ (ground truth). Tal prática possibilita avaliar o desempenho de estimadores de disparidades e também de sintetizar os datasets de light fields com diferentes graus de disparidades;
- Número de vistas, resolução espacial e resolução de bits: 9×9 vistas, com resolução espacial de 512×512 pixels, com 8- ou 10-bit de resolução.

2. Objetivos

Ao fim do projeto, espera-se que os resultados obtidos sejam a criação de datasets 4D sintéticos, densamente amostrados com disparidade altamente precisa, que variam ao longo do tempo. Ou seja, teremos uma estrutura 5D composta de estruturas 4D variando ao longo do tempo. Além disso, as cenas deverão ser criadas visando estressar os compressores (codificadores) de light fields.

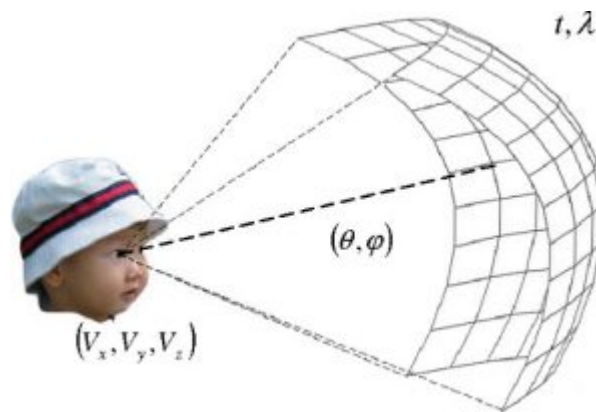
3. Atividades e Resultados

Dada a complexidade do projeto, até o presente momento, foi realizada uma

revisão bibliográfica do que é necessário para o completo entendimento do projeto e do que será necessário ser utilizado para dar finalidade a sua execução. Para isso, a revisão foi pautada em uma sequência lógica de fatos que serão tratados em tópicos abaixo.

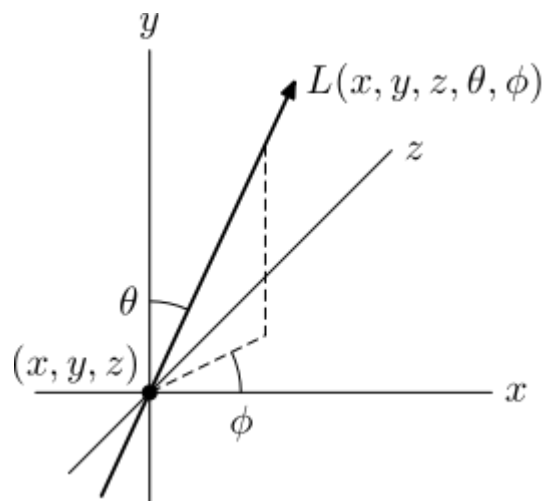
- Light fields e Função Plenóptica:

Campos de luz (Light fields) são uma função vetorial que descreve a quantidade de luz que atravessa o espaço em todos os pontos e em todas as direções. O espaço de todas as possibilidades de raios de luz é dado pela função plenóptica 5D [1]. Ou seja, a função plenóptica é a representação matemática de um campo de luz. No entanto, cabe aqui ressaltar que a função plenóptica, na verdade, é uma função 7D que modela um ambiente 3D dinâmico gravando os raios de luz em qualquer local (x,y,z) sob qualquer direção (θ, ϕ) , com qualquer faixa de comprimento de onda (λ) e a qualquer instante de tempo (t) . [2]



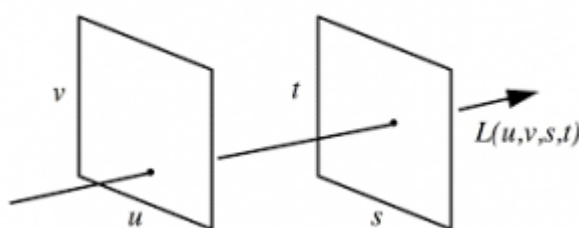
Representação 7D da Função Plenóptica [2]

Para utilização efetiva desse conceito, trabalhar com uma função 7D não é interessante e, por este motivo, utiliza-se comumente a função 5D, que utiliza a informação de localização (x,y,z) e direção (θ, ϕ) .



Contudo, essa abordagem ainda não é a ideal, pois, em um espaço livre, a irradiação não muda ao longo de uma linha, a menos que seja bloqueada. Isso gera uma redundância e permite a redução do espaço por meio de uma parametrização conveniente, para o espaço de campos de luz 4D que pode ser interpretado como uma função no espaço de linhas orientadas. Além disso, essa redução de espaço permite que haja uma redução no conjunto total de dados favorecendo o armazenamento da informação. [4].

A parametrização anteriormente citada foi proposta por Marc Levoy e Pat Hanrahan e é chamada de light slab. Ela consiste em utilizar dois planos, como mostra a figura 3. Uma linha orientada (raio de luz) é definida conectando um ponto no plano uv com um ponto no plano st . Essa parametrização tem como diferencial o fato de que um dos planos pode ser colocado no infinito, o que é conveniente dado que a parametrização pode ser feita por um ponto ou uma direção. [4].



Parametrização (u, v, s, t) [4]

- Histórico:

Historicamente, sempre houve o interesse em conseguir visualizar uma foto por diferentes pontos de vista, mantendo a qualidade e sem gerar distorção na foto tirada. Para resolver esse problema, nasce o sistema de renderização de imagem que gera visões diferentes de um ambiente a partir de um conjunto de imagens pré-definidas.

Vários artigos foram publicados ao longo do tempo sobre esse processo, como por exemplo “Layered depth images – Shade, Jonathan” [5], que mostrou uma maneira eficiente de renderizar múltiplos frames por segundo em um computador usando representações de profundidade em superfícies lisas e fazendo uma visualização da cena a partir de uma única câmera com múltiplos pixels ao longo de cada linha de visão [5].

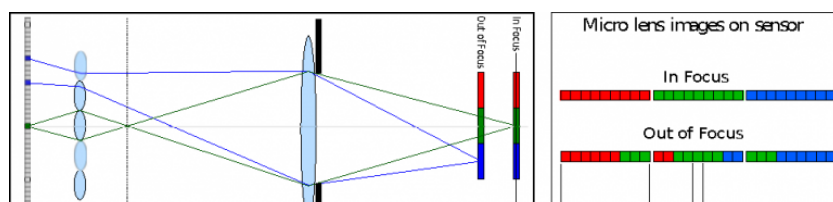
Além disso, há também a publicação “View Interpolation for Image Synthesis – Chen, Eric” que buscava otimizar o processo de reconstrução de cenas 3D usando interpolação de imagens. Até que se chega efetivamente aos dois artigos principais que regem a teoria de campos de luz que são “The Lumigraph” e “Light Field Rendering – Levoy” [4]. Essencialmente, os dois artigos falam de maneiras ligeiramente diferentes sobre a aquisição de imagens de campo de luz a partir de imagens sintéticas e reais. Cabe aqui ressaltar a diferença entre esses dois tipos de imagem, que consiste essencialmente na diferença de aquisição. Imagens Reais são imagens obtidas por uma câmera, enquanto imagens sintéticas são imagens criadas artificialmente pelo computador.

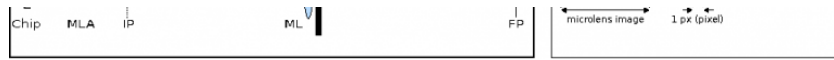
Voltando a abordagem para os artigos, a primeira citação que se deve ter é que a ideia de campos de luz. Apesar desses dois artigos serem os de maior destaque sobre isso, não retoma a nenhum dos dois, mas sim de Arun Gershun, 1936, com seu artigo “Vector Irradiance Field”. Além disso, a ideia de usar uma parametrização 4D também não pertence a nenhum dos dois artigos. No entanto, a contribuição do artigo do Levoy se dá na forma de parametrizar com dois planos e na ideia de extrair “fatias” 2D da função 4D para construir novas perspectivas da cena. Entretanto, a carência de informação geométrica 3D na abordagem de Levoy durante a reconstrução é onde o artigo “Lumigraph” se diferencia, pois é dele a ideia de utilizar essa geometria, além de construir um campo de luz a partir de entradas de imagens irregulares. [6]

- Câmera Plenóptica:

É necessário também o entendimento do funcionamento de uma câmera plenóptica ou câmera de campos de luz. Tal tipo de câmera é responsável pela criação de imagens de campo de luz a partir de cenas reais. Essa câmera captura informação sobre o campo de luz emanado da cena, ou seja, intensidade da luz e direção que o raio de luz está viajando no espaço. [7]

Um exemplo de câmera plenóptica é a câmera Lytro que detém algumas particularidades. Tal câmera apresenta uma lente principal e um vetor de microlentes posteriores, todas elas com diferentes distâncias focais recebendo diferentes raios de luz, como mostra a figura 4.





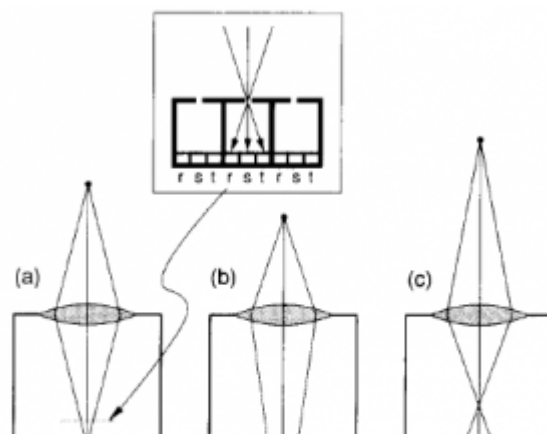
Esquema interno da câmera plenótica [8]

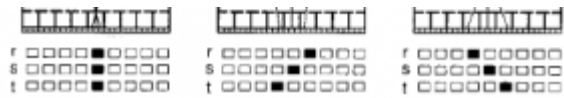
Essa estrutura permite que a imagem gerada possa ser visualizada sob diferentes pontos de vista sem que tenha perda de qualidade ou deformação da imagem. Além disso, uma propriedade muito importante também é a possibilidade de mudança de foco ao longo da figura após a imagem ser tirada, como mostra a figura 5.



Mudança de foco de uma imagem obtida por uma câmera plenótica [9]

Essa possibilidade de mudança de foco se deve ao vetor de microlentes. A ideia é que, para cada ponto da figura, exista uma microlente que tem aquela região em foco e possa ser visualizado, por isso a necessidade de se ter diferentes distâncias focais. Além disso, a câmera plenótica se diferencia das normais na denotação de profundidade numa imagem. Observe a figura 6 a seguir:





Esquema do ajuste de foco e formação da imagem na câmera plenóptica [7]

A figura mostra um esquema de uma câmera plenóptica com uma lente principal e um vetor de microlentes atrás. A lente principal sintetiza um “macropixel”, que é dividido pelos “micropixels” r, s e t em cada microlente. Quando os 3 micropixels estão alinhados e iluminados, tem-se uma imagem em foco, do contrário, a imagem estará em foco para alguma microlente. [7]. No entanto, o desalinhamento dos micropixels gera uma medida de profundidade da imagem que, ajustada ao foco, permite a visualização de imagens melhores e profundidades mais realistas.



Câmera Plenóptica da Lytro [10]

- Blender e Unity

No presente trabalho, serão utilizadas imagens sintéticas para a geração das imagens. Dessa forma, propõe-se a utilização de dois softwares chamados Unity e Blender.

O Unity é uma plataforma de criação de jogos 2D e 3D que permite a modelagem de cenários e utilização de câmeras virtuais, além de inserção de scripts adicionais escritos em Csharp [11]. Dessa forma, pode-se elaborar cenários com diferentes graus de complexidade e, fazendo as devidas implementações, pode-se construir um campo de luz necessário para o projeto.

Já o Blender é uma plataforma de criação 3D, com scripts em python. Ela permite a modelagem de ambientes, cenários, objetos, além de criação de animações. [12] É um programa voltado para designer que, em seu ambiente, contém câmeras virtuais que também podem ser utilizadas para a implementação da captura de campos de luz sintéticos. A forma que um campo de luz pode ser obtido através do Blender é utilizando um script

que configura uma câmera plenóptica no ambiente de modelagem do Blender, tornando possível a renderização de um campo de luz. Esse método é utilizado no trabalho [13], o qual utilizou o Blender para criar diferentes cenários e capturar campos de luz apresentando o mapa de profundidade da imagem.

4. Atividades a Serem Realizadas

Inicialmente, será feita a geração de light fields utilizando o Blender e o Unity. Ao atingir este objetivo, será feita a geração de light fields para imagens que variam com o tempo (vídeos), ou seja, serão geradas imagens de animações quadro a quadro e posteriormente juntadas formando um vídeo, para que, por fim, possa efetivamente ser gerado um dataset.

5. Desafios

Duas principais dificuldades foram encontradas. A primeira é como gerar light fields a partir do software Unity. E a segunda dificuldade é como juntar as imagens obtidas de forma a criar um vídeo, ou seja, como sincronizá-las mantendo suas características e construir um dataset.

6. Cronograma

7. Referências Bibliográficas

[1] Adelson, E.H., Bergen, J.R., “The Plenoptic Function and the Elements of Early Vision,” In *Computation Models of Visual Processing*, M. Landy and J.A. Movshon, eds., MIT Press, Cambridge, 1991

[2] Cha Zhang e Tsuhan Chen, “Light Field Sampling”

[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Light_field

[4] Marc Levoy and Pat Hanrahan. 1996. Light field rendering. In *Proceedings of the 23rd annual conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '96)*. ACM, New York, NY, USA, 31-42

[5] Shade, Jonathan, Steven J. Gortler, Li-wei He, and Richard Szeliski. 1998. Layered depth images. In *Proceedings of the 25th annual conference on computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH 1998)*, July 19-24, 1998, Orlando, Flor., ed. SIGGRAPH and Michael Cohen, 231-242. New York, N.Y.:

ACM Press.

[6] <http://graphics.stanford.edu/papers/light/>

[7] E. H. Adelson and J. Y. A. Wang. Single lens stereo with a plenoptic camera. IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., 14(2):99–106, Feb. 1992

[8] Wanner, Sven & Keuper (Fehr), Janis & Jähne, Bernd. (2011). Generating EPI Representations of 4D Light Fields with a Single Lens Focused Plenoptic Camera. 6938. 90-101. 10.1007/978-3-642-24028-7_9.

[9] https://en.wikipedia.org/wiki/Light-field_camera

[10] <https://www.wired.com/2012/02/lytro-camera-2/>

[11] <https://unity.com/pt>

[12] <https://www.blender.org/>

[13] A Dataset and Evaluation Methodology for Depth Estimation on 4D Light Fields. Katrin Honauer, Ole Johannsen, Daniel Kondermann, Bastian Goldluecke In Asian Conference on Computer Vision (ACCV), 2016

Proudly powered by WordPress