

نامرئی سازی با روش نور هندسی

دانشجو: بهروز شمسی

استاد راهنما: دکتر یوسفی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تهران

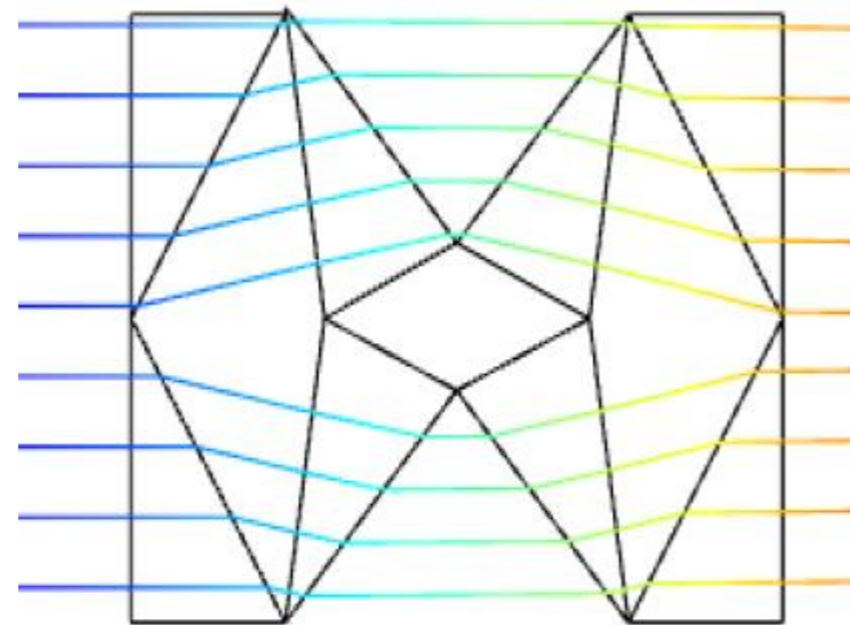
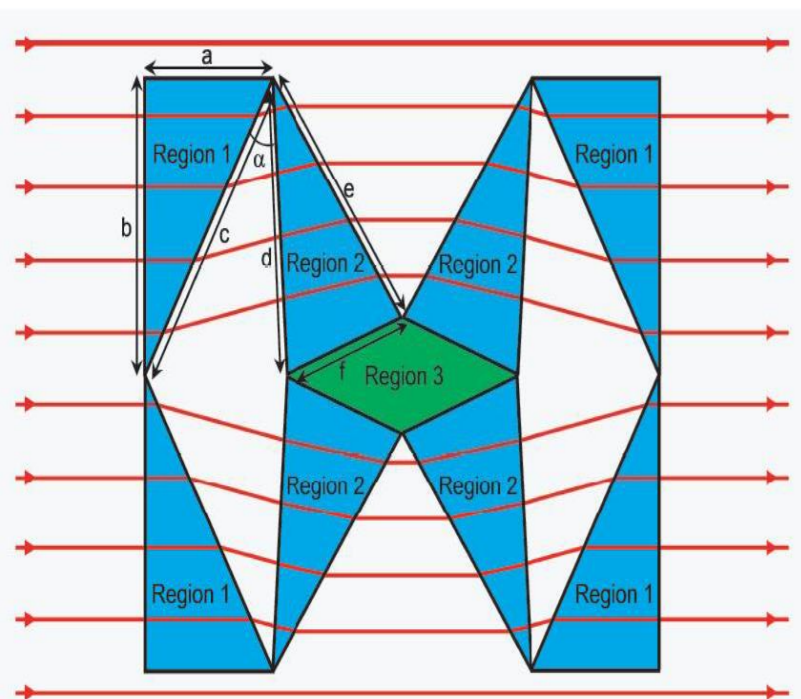


مقدمه

- نامرئی سازی همانند پرواز و بسیاری امور دیگر، تا مدت ها جز آرزوهای دست نیافتنی انسان محسوب می شد که بیشتر در داستان های خیالی مشاهده می شد. اما با پیشرفت علم فیزیک و کشف ابزارهای نظری مثل روشی به نام روش آپتیکی، این امر نیز به یک واقعیت علمی تبدیل شده است. در روش آپتیکی، جهت نامرئی سازی، یک محیط خمیده اطراف جسم نامرئی شونده ایجاد می شود تا پرتوهای نور، در نزدیکی جسم منحرف شده و پس از عبور از جسم دوباره به هم برسند تا بتوان پشت جسم را دید.
- در همین مدت کوتاه بعد از تحقق نامرئی سازی، روش های زیادی مطرح شد تا بتوان نامرئی سازی را به خصوص در فرکانس های مرئی تحقق بخشید. برخی از محققان به فکر استفاده از فرامواد افتادند که از روش آپتیکی استفاده می نمود. فرامواد حاصل تغییر ساختار در مواد طبیعی می باشند. به دلیل برخی مشکلات، مثل کوچک بودن ابعاد جسم نامرئی شونده در فرکانس های مرئی، استفاده از فرامواد منتفی شد. سپس روش دیگری مبتنی بر روش آپتیکی به نام روش نور هندسی بیان شد که مشکلات استفاده از فرامواد را نداشت.

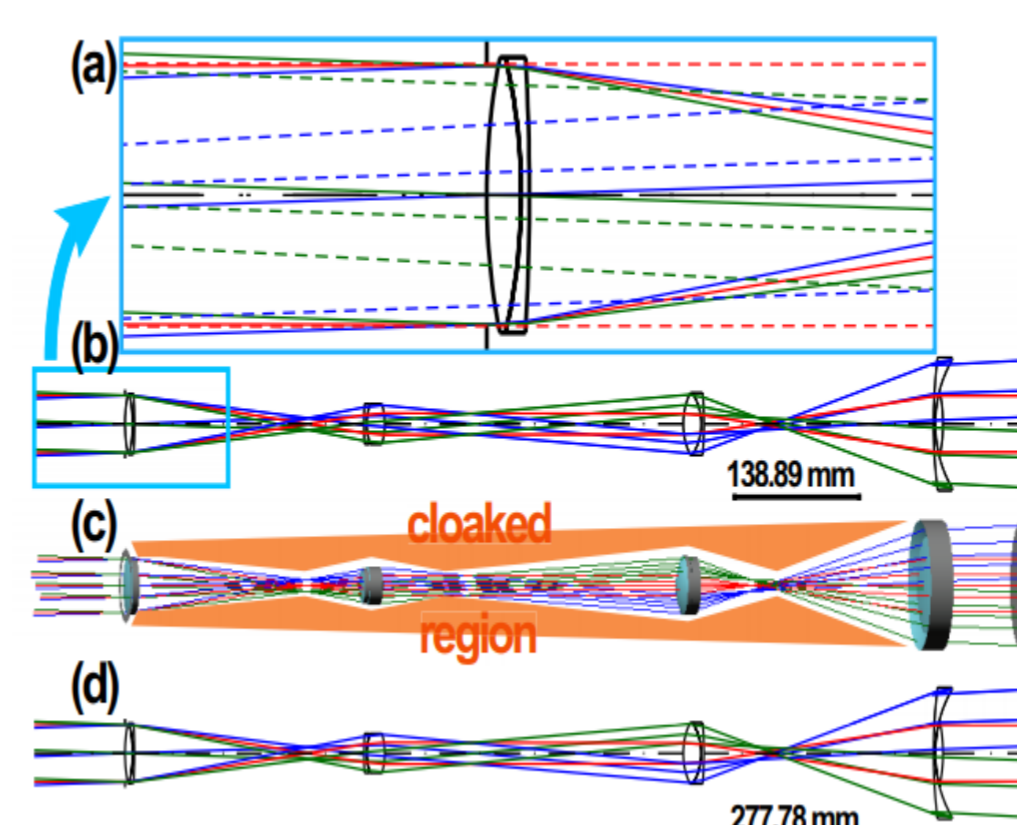
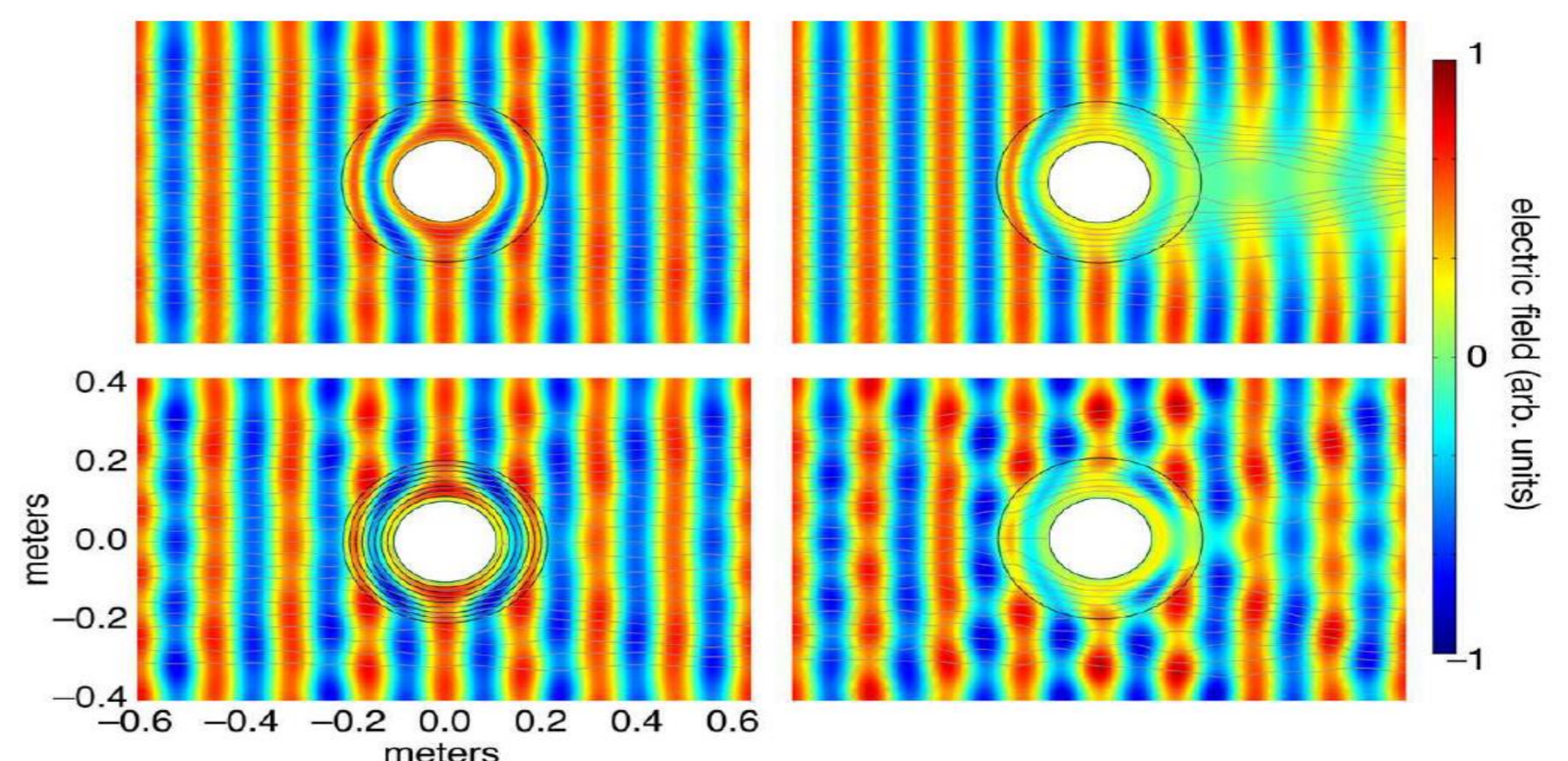
نتایج

برای نامرئی سازی در ابتدا از سیستمی با چهار لنز استفاده کردیم که ناحیه نامرئی به نسبت خوبی ایجاد می کرد ولی مشکلی که این سیستم داشت، محدود بودن زاویه تابش پرتوهای نور ورودی به سیستم با محور افقی بود که این زاویه در مقادیر بزرگتر سبب ایجاد انحراف در پرتوهای خروجی از سیستم می شد و در نتیجه پشت جسم نامرئی شونده دچار اعوجاج شده و عمل نامرئی سازی به خوبی انجام نمی شد. سپس سیستم دیگری پیشنهاد شد به جای لنز، از شیشه و آب استفاده می کرد. شبیه سازی هر دو سیستم در شکل زیر آمده است.



روش / ساختار / مدل پیشنهادی

روش نور هندسی همان طور که بیان شد مبتنی بر روش آپتیکی است، یعنی سعی در ایجاد یک محیط خمیده اطراف جسم نامرئی شونده برای پرتوهای تابشی دارد و اجسام با ابعاد سانتیمتر و حتی متر را می توان با این روش نامرئی کرد. در این روش، سیستمی متشکل از چندین محیط، با ضریب شکست های متفاوت را ایجاد می کنیم تا در اثر عبور نور از این سیستم و ورود از یک محیط به محیط دیگر، شکست هایی در مسیر پرتوهای تابشی رخ داده و ناحیه ای نامرئی داخل سیستم ایجاد کند که هیچ پرتو نوری به این ناحیه نمی تابد. سپس پرتوهای تابشی پس از خارج شدن از سیستم به مسیر اولیه خود که در هنگام ورود به سیستم داشتند، برگردند تا پشت جسم نامرئی شونده مشاهده شود. حال با قرار دادن جسمی در این ناحیه نامرئی ایجاد شده و نگاه کردن از یک سمت به سیستم می توان سمت دیگر سیستم را دید، بدون آنکه جسم داخل سیستم دیده شود. در شکل زیر نمونه ای از نامرئی سازی و نحوه ی خم شدن پرتوهای تابشی مشاهده می شود.



$$\begin{bmatrix} 1 & f_1(-2t_1^2 + f_1(2t_1 + t_2))/(f_1 - t_1)^2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

ماتریس ABCD برای سیستم چهار لنز

شماتیک آرایش چهار لنز

جمع بندی

در این پروژه ابتدا به آشنایی با روش های مختلف نامرئی سازی پرداختیم و سپس به معرفی بیشتر یکی از معمول ترین روش ها به نام روش نور هندسی پرداختیم که با خم کردن پرتو های تابشی اطراف جسم نامرئی شونده سبب نامرئی شدن جسم می شد. سپس مشکلات و نحوه ی پیاده سازی این روش را بیان کردیم. در آخر به شبیه سازی برخی سیستم های مبتنی بر این روش پرداختیم و به مقایسه نتایج حاصل از شبیه سازی با نتایج عملی پرداختیم.

مراجع اصلی

1. J. B. Pendry, D. Schurig, and D. R. Smith, "Controlling electromagnetic fields," Science 312, 1780–1782 (2006)
2. B. Zhang, "Electrodynamics of transformation-based invisibility cloaking," Light. Sci. Appl. 1, e32 (2012).
3. M. McCall, "Transformation optics and cloaking," Contemp. Phys. 54, 273–286 (2013).