

conductivity coefficient of artificial skin, its volume heat capacity, thermal diffusivity coefficient, and heat exchange coefficient with the external environment.

The proposed method of measuring and processing experimental data makes it possible to detect the main thermophysical parameters of artificial skin. Based on these results, we have built the theoretical model that well describes the course of thermal processes in artificial skin and makes it possible to predict the course of these processes.

Such method is based on heating the skin with optical radiation. The thermal conductivity and thermal diffusivity of artificial skin is significantly less than such parameters of human skin, which should be considered when using it.

ПРО МОЖЛИВІСТЬ СТВОРЕННЯ КІБЕРФІЗИЧНОГО ГОЛОГРАФІЧНОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ

к.т.н., доц. В. Ю. Вдов'яков, к.т.н., с.н.с. О. О. Копилов, Л. І. Василенко,
ХНУПС імені І. Кожедуба, м. Харків

Кіберфізичні системи - це складні системи, що складаються з різних об'єктів (як природних так і технічних), організаційних і керуючих систем та підсистем, які дозволяють уявити таку сукупність як єдине ціле, тобто підпорядковане єдиній меті. Вони поєднують процеси фізичного світу та кібернетичні засоби, які організують виконання вимірювань чи спостереження за цими процесами, збір, попередню обробку та передачу даних, зберігання та опрацювання даних, забезпечують прийняття рішень, організацію та здійснення впливів на ці процеси.

Цікавим і актуальним на наш погляд є розгляд можливості створення кіберфізичної системи, метою якої є отримання і передача 3D інформації о навколишньому середовищі та відтворення амплітуди і фази оптичного сигналу таким чином, як би вдалося реалізувати ідею голографічного телебачення. Назвемо таку кіберфізичну систему кіберфізичним голографічним телебаченням.

Вперше голограми були отримані Е.Лейтом та Ю.Упатнієксом в 1962 році завдяки використанню когерентного оптичного лазерного випромінювання при реалізації метода запропонованого Д.Габором в 1947 році (Нобелівська премія по фізиці в 1971 році) по запису та відновленню хвильового поля. Для цього на фотопластині реєструвалася голограма – результат інтерференції двох когерентних хвиль отриманих від лазера з допомогою напівпрозорого дзеркала: предметної хвилі відбитої після освітлення об'єкту та відхиленої опорної хвилі, яка безпосередньо спрямувалася на фотопластину. При освітленні лазерною опорною хвилею голограми після проявлення фотопластини створювалася копія предметної хвилі.

Після розробки Ю.Н.Денисюком у 1962 році методу запису голограм у зустрічних хвилях в тривимірних середовищах, що поєднало ідею Д.Габоря з методом кольорової фотографії Г.Ліпмана (Нобелівська премія по фізиці в 1908 році), для відновлення предметної хвилі немає потреби використовувати лазер, а достатньо використовувати звичайне біле світло сонця або лампи. Крім того при застосуванні трьох лазерів з використанням цього методу були отримані кольорові голограми, які відрізнялися відмінною якістю і стали використовуватися для створення високоякісних голографічних копій музейних експонатів і навіть голографічних портретів людей.

Ці роботи Ю.Н.Денисюка надихнули групу вчених з Науково дослідного кіно-фото інституту під керівництвом професора В.Г. Комара на створення об'ємного кінофільму, який відрізняється від стереоскопічного (3D) можливістю оглядати зображення, що рухається з різних боків, заглядати за предмети, які знаходяться на передньому плані без використання 3D окулярів. В жовтні 1976 року під час 12 конгресу УНІАТЕК вони продемонстрували 30 секундний голографічний відеоролик на якому студентка Марія Валандіна, яка знаходилась в невеликій кімнаті, вклала квіти в кришталеву вазу. Були ще спроби в 1984-1985 році створити голографічний мультфільм з робочою назвою «В світі макетів», дія якого повинна була відбуватися на площі з обмеженням в два квадратних метри, але ця робота була припинена внаслідок припинення державного фінансування.

При створенні голографічного телебачення виникає ряд технічних складнощів та проблем. Так, наприклад, крім того, що застосування лазерів з потрібними характеристиками небезпечно для здоров'я людей, використання аналогових фотореєструючих засобів потребує досить довгий час для запису, проявлення та закріплення зображень на фотопластинках. При цьому також необхідно використовувати спеціальні установки, захищені від вібрацій.

Але принциповою фізичною проблемою, яка не дозволяла використовувати розроблені методи та апаратуру для зйомки голографічних фільмів на сценах більших розмірів ніж 2 метри було випадкове порушення когерентності лазерного випромінювання внаслідок флуктуацій атмосфери, що не дозволяло отримати сталу інтерференційну картину.

Поява і розвиток приладів з зарядовим зв'язком разом з покращенням технологій мікроелектроніки дозволили замінити аналогові фоточутливі пластини на цифрові матричні фотоприймачі. Так, наприклад, сучасна камера Panasonic має матрицю 60 Мп з розміром 7,7x5,8 мм (9000x6752) і розміром одного елемента 0,86 мкм x 0,86 мкм дозволяє для реєстрації голограм в видимому діапазоні використовувати оптичну схему Лейта-Упатнієкса з кутом між хвилями, що інтерферують 15-60 градусів. В зв'язку з використанням цифрових матричних фотоприймачів відбулося уточнення поняття «цифрова голографія», згідно з яким зараз це розділ голографії, що базується на цифровій реєстрації отриманої голограми та чисельним відновленням математичної

моделі предметної хвилі на основі використання математичної моделі опорної хвилі.

При спробах передачі голограм для створення голографічного телебачення виникли проблеми з пропускну здатністю каналів зв'язку так як голограми містять в собі дуже великий об'єм інформації (порядку гігабіт за секунду), для передавання якої потрібно застосовувати волоконно-оптичні канали зв'язку та розробляти спеціальні методи стиснення інформації.

Саме для усунення перш за все принципової фізичної проблеми з порушеннями когерентності хвиль внаслідок флуктуацій атмосфери пропонується створення кіберфізичного голографічного телебачення з використанням «комп'ютерної голографії» або «computer synthesized hologram», коли для відомого об'єкта розраховується його голограма. Пропонується з допомогою системи телевізійних камер отримати математичну модель сцени, і далі для неї розрахувати відповідну голограму сцени. Послідовний набір таких голограм сцен, що вводяться в голографічний дисплей будуть складати голографічний фільм.

Таким чином, можна запропонувати наступну архітектуру кіберфізичного голографічного телебачення.

Система телевізійних камер надвисокої чіткості з відомими відстанями між камерами та напрямками осі візування кожної з камер знімає будь-яку сцену та після попередньої обробки даних розраховує цифрову модель сцени, яка представляється сукупністю координат фацетів з заданими оптичними властивостями.

Відповідні моделі сцени, що відповідають кожному моменту часу зйомки накопичуються в пристрої з достатньою пам'яттю та після стискування та необхідного завадостійкого кодування передаються по каналах зв'язку.

Прийнята цифрова інформація про сукупність сцен в кожний момент часу представляє собою фільм в стисненому вигляді та зберігається на пристроях з великим об'ємом пам'яті у відповідних місцях для зберігання.

Для відображення цього фільму на голографічному дисплеї потрібно знову передати цей фільм в місце знаходження голографічного дисплея, розпакувати цей фільм і для кожної сцени розрахувати відповідну їй голограму та вводити її в голографічний дисплей в реальному часі.

На теперішній час є труднощі в реалізації кіберфізичного телебачення запропонованої архітектури. Перш за все це відсутність справжніх голографічних екранів з належними характеристиками, хоча багато фірм проводять роботу в цьому напрямку, але дисплеї, що пропонуються поки ще мають невеликі розміри та високу ціну. По-друге, відсутні алгоритми розрахунку голограм відповідних до складних сцен з великої кількості фацетів з заданими оптичними властивостями і також зрозуміло, що при роботі в реальному часі будуть потрібні великі обчислювальні спроможності відповідних процесорів.

Але наука і техніка, а також технології постійно розвиваються і кіберфізичне голографічне телебачення досить скоро зможе появитися в нашому житті і витіснити 3D технології, які не є справжніми голографічними технологіями. Голографічне телебачення може застосовуватися в різних сферах життя людини, від наукових і прикладних досліджень (голографічна мікроскопія, голографічна інтерферометрія, медична візуалізація) до технологій навчання, спілкування, розваг, реклами та бізнесу.

ОСОБЛИВОСТІ ПОЛЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ ФАЗОВАНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК

д.т.н., проф. Л. Г. Корнієнко, к.т.н., с.н.с. М. В. Бархударян,
ХНУПС імені І. Кожедуба, м. Харків

Можливості БЧ ФАР розглядалися в основному для лінійних і плоских випромінюючих систем. Актуальним стає дослідження загальних властивостей поля випромінювання БЧ ФАР з будь-яким розташуванням випромінювачів.

Розглянута структури поля БЧ ФАР з свавільними розміщенням і нумерацією ідентичних випромінювачів в залежності від амплітудного (АР), фазового (ФР) і частотного (ЧР) розподілів. Аналіз проведений на основі узагальненої теореми множення, в якій множник решітки поряд з спрямованими властивостями визначає (на відміну від множника одночастотної решітки) динаміку інтерференційної картини поля та його залежність від дальності.

Проаналізований просторовий розподіл поля, що описує багаточастотний просторово-часовий сигнал (БЧ ПЧС), для ЧР у вигляді суми середньої частоти і помноженого на номер випромінювача частотного дискрету f . Поле являє собою послідовність імпульсів з періодом довжини хвилі $\lambda=c/f$ по дальності і $T=1/f$ в часі. Наявність нелінійних складових фаз полів випромінювачів спотворюють форму імпульсів. Для зменшення спотворень запропонований ФР, що компенсує нелінійні складові в заданому напрямку і формує у відліковий час імпульси з максимальною амплітудою на відстанях, кратних λ . Показано, що впливом нелінійної складової можна знехтувати, якщо елемент розрізнення за дальністю значно перевищує розмір антени. Отримані формули для дальнісної ширини імпульсів та їх тривалості для різних АР. Характерно, що дальнісна ширина не залежить від розміру антени, способу розташування випромінювачів та відстані між ними, вона прямо пропорційна λ і обернено пропорційна кількості випромінювачів N . Шпаруватість імпульсів залежить від АР і N . Показана можливість формування сигналів спеціальної (прямокутної) форми шляхом встановлення АР, ФР, ЧР узгоджених з частотним спектром. Отримані результати можуть бути корисними для вирішення енергетичних та інформаційних завдань.