

ВИКОРИСТАННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШКІРИ ЛЮДИНИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ШКІРНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній статті проаналізовано основні фактори аналізу оптичних властивостей шкіри людини для діагностики дерматологічних захворювань, описано особливості застосування засобів ІТ та комп'ютерної графіки для оптичної діагностики.

Ключові слова: оптична діагностика, метод Монте-Карло.

Abstract

This article analyzes the main factors of analysis of the optical properties of human skin for the diagnosis of dermatological diseases, describes the features of the use of IT and computer graphics for optical diagnostics..

Keywords: optical diagnostics, Monte-Carlo method.

Вступ

Шкіра – найбільший орган людського організму, який виконує цілий ряд життєво необхідних функцій. Сьогодні людство навчилося виявляти та лікувати чимало складних захворювань, однак досі залишається чимало невирішених задач в сфері діагностики, відповідно, й профілактики та лікування різних захворювань, зокрема дерматологічних. Чимало існуючих практик оптичної діагностики, яка є однією із провідних у виявленні шкірних захворювань, досі припускають велику ймовірність помилкових висновків, що призводить до неправильного лікування, ускладнень чи невідворотних наслідків. Одним із способів зменшення кількості помилкових діагнозів є автоматизація процесу дерматоскопічної діагностики шляхом використання інформаційних технологій. Тому дослідження методів діагностики шкіри людини за допомогою засобів комп'ютерної графіки є актуальною задачею не лише в сфері розвитку інформаційних технологій, але й для вдосконалення їх практичного застосування в медицині.

Результати дослідження

Оптична діагностика шкіри є сукупною назвою цілого ряду методик і технологій, які використовуються з метою візуалізації змін поверхні шкіри та її внутрішніх шарів. Розвиток оптичної діагностики шкіри та її автоматизація має ряд своїх переваг:

- аналіз оптичних властивостей шкіри пацієнта більшою мірою припадає на автоматизовану систему, яка використовує засоби комп'ютерної графіки для точного опрацювання даних пігментації та проникнення світлових променів через шари шкіри;
- цифрова дерматоскопія забезпечує незалежність від дослідника, виникає можливість дистанційних консультацій;
- оцифровані дані та їх формат є зручними для передачі та зберігання з метою подальших порівнянь;
- використання математичних моделей для аналізу шкірного покриву людини та вдосконалення алгоритмів їх реалізації відкриває спектр можливостей для виявлення захворювань, які важко діагностувати на ранніх стадіях, використовуючи інші методи дослідження;
- неінвазивне діагностування зменшує ризик побічного, наприклад алергічного, впливу, який може виникати при інвазивних дослідженнях стану шкіри.

Ключовим фактором розвитку технологій оптичного діагностування дерматологічних захворювань є правильність розрахунку поширення світла у шарах шкіри людини. Окрім того, що частина поглинутого світла розповсюджується у шкірі дифузно, варто врахувати, що в різних покриттях шкіри це розповсюдження неодномірне не лише через різну структуру клітин, а й через

наявність довільним чином розташованих перешкод для світлових променів, таких, як кровonosні судини, волосяні фолікули. Сьогодні існують різні підходи розрахунку поширення світла в шарах шкіри людини. Деякі з них вирізняють по три-чотири основних шари шкіри, інші – більш точні, – п'ять або й шість і мають додаткові алгоритми обчислення, що враховують вищезгадані перешкоди. Вибір тих чи інших підходів зазвичай залежить від прикладної задачі, для якої їх використовують. Так, більш складні й фізично коректні підходи краще підходять для медичної сфери, тим не менш моделювання шкіри людини з урахуванням її оптичних властивостей не обмежується лише даною галуззю. Згадані вище простіші підходи моделювання використовуються, наприклад, в ігровій індустрії, дизайні, мультиплікації чи кінематографії – де в пріоритеті знаходиться фотореалізм і естетична довершеність. В основному вирізняють такі шари шкіри, як поверхневий шар шкірного жиру, зроговілий шар епідермісу, дерма та підшкірна клітковина. Падаючи на поверхню шкіри, частина світла (близько 5%) дзеркально відбивається шаром шкірного жиру на поверхні епідермісу (і регулюється рівнянням Френеля), а решта – заломлюється і проникає у внутрішні шари. Розсіяні фотони поширюються у випадкових напрямках, сприяючи дифузному розподілу світла в тканині. Саме розрахунок поширення поглинутої частини світла спричиняє підвищення ресурсозатратності.

Використовувані чисельні методи моделювання містять громіздкі обчислення, а тому вимагають більше машинного часу і часто не забезпечують достатньої оперативності та точності у своєму практичному застосуванні. Сьогодні використовують різні спрощення в алгоритмах, які дозволяють уникнути розрахунку пених неконстантних коефіцієнтів, які динамічно змінюють значення вже в процесі обчислень. Однак часом такі спрощення знижують точність і фізичну коректність алгоритмів.

Оптична діагностика стає все більш поширеною в медицині, зокрема в косметології, а також дерматоонкології та діагностиці найпоширеніших форм раку шкіри. Саме в сфері онкології вперше було застосовано метод Монте-Карло. Даний метод в загальному прийнято вважати чисельним алгоритмом, який генерує і використовує випадкові величини для вирішення різних завдань за допомогою моделювання та подальшого обчислення імовірнісних характеристик, виходячи з отриманих вибірок. Для застосування в галузі досліджень раку було розроблено модель стійкого легкого розповсюдження світла в багатошаровій тканині. Однак створена модель стосувалася лише перпендикулярно падаючого променя світла. Для отримання функції відображення моделі різних кутів падання і відбиття, цього спрощення було необхідно позбутися.

Більшість систем оптичної діагностики базуються на порівнянні кольорів пігментації шкіри. Деякі вирізняють шість основних кольорів, від одиниці до шести, при чому найбільшим числом характеризується найбільш пігментована шкіра. До таких ділянок зазвичай відносять невуси – сильно пігментовані ділянки, які схильні до появи злоякісних пухлин.

Деякі системи оптичної діагностики включають модулі, які реалізують повну візуалізацію тривимірної моделі сканованої ділянки шкіри. Подібне часто використовують у косметології, візуалізуючи обличчя людини, на якому можна відстежити основні недоліки шкіри, продемонструвати клієнту і зберегти для подальшого порівняння.

Зокрема саме для тривимірної візуалізації часто застосовують дистрибутивні функції відбивної здатності та оптичні властивості шкіри людини.

Висновки

Оптичні властивості шкірного покриву людського організму можуть багато сказати про стан здоров'я людини, а сучасний розвиток інформаційних технологій та засобів комп'ютерної графіки дозволяє не лише точно відтворити досліджувану ділянку шкіри, а й допомогти спеціалістам встановити потенційні загрози. При цьому залишається проблема ресурсоемності та затратності реалізації таких систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Спектры поглощения и глубина проникновения света в нормальную и патологически измененную кожу человека / В. В. Барун, А. П. Иванов, А. В. Волотовская, В. С. Улащик // Журнал прикладной спектроскопии. – 2007. – Т. 74. – № 3. – С. 387-381.

2. Романюк О.Н., Чан А.Л. Аналіз відтворення поверхні шкіри людини з використанням дистрибутивних функцій відбивної здатності / Молодь у світі сучасних технологій за тематикою: Використання інформаційних та комунікаційних технологій в сучасному цифровому суспільстві: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (4-5 червня 2020 р., м. Херсон) / за заг. ред. Г.О. Райко. – Херсон: Видавництво ФОП Вишемирський В. С., 2020. – С 231-234.
3. И. Ю. Сесин, В. В. Нечаев, «Сравнительный анализ генераторов псевдослучайных чисел для решения задач рендеринга методом Монте-Карло», International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307-8162 vol. 6, no.10, 2018, p. 34-40.
4. А. Лысенко, М. М. Кугейко, В. А. Фираго, А. Н. Собчук, «Аналитическая модель спектра диффузного отражения кожной ткани», // Квантовая электроника, 2014, том 44, ст. 69–75.

Чан Аліна Ле Ванівна – студентка 4 курсу Вінницького національного технічного університету, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, кафедра програмного забезпечення, м. Вінниця, e-mail: kovychwriter@gmail.com

Науковий керівник: Романюк Олександр Никифорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри програмного забезпечення Вінницького національного технічного університету, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, м. Вінниця, e-mail: rom8591@gmail.com

Chan Alina L. V. – 4th year student of Vinnytsia National Technical University, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Department of Software, Vinnytsia, e-mail: kovychwriter@gmail.com

Supervisor: Romaniuk Oleksandr N. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Software Department of Vinnytsia National Technical University, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia e-mail: rom8591@gmail.com