**Палій Ігор Орестович. Методи виявлення облич в системах комп'ютерного розпізнавання на основі комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів : Дис... канд. наук: 05.13.23 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Палій І.О.** Методи виявлення облич в системах комп’ютерного розпізнавання на основі комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів. – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.23 – Системи та засоби штучного інтелекту. – Одеський національний політехнічний університет, Одеса, 2009.  Дисертація присвячена розробленню методів виявлення облич (ВО) в системах комп’ютерного розпізнавання на основі комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів для підвищення достовірності і швидкодії при обмежених обчислювальних ресурсах.  У роботі розроблено узагальнену інформаційну модель процесу ВО, яка базується на багаторівневому комбінованому каскаді класифікаторів. На основі даної моделі розроблено методи виявлення облич для обробки півтонових і кольорових зображень, використовуючи комбінований каскад нейромережевих класифікаторів (ККНК), який складається із рівня сегментації за кольором шкіри та каскаду слабких класифікаторів для виявлення облич-кандидатів і згорткової нейронної мережі (ЗНМ) для верифікації кандидатів. Також удосконалено методи верифікації облич-кандидатів, який базується на властивості ЗНМ обробляти вхідне зображення за один етап, і формування навчальної вибірки ЗНМ, що використовує параметричну адаптацію структури активної навчальної вибірки. ККНК дозволив отримати один із найкращих показників достовірності на тестовому наборі півтонових зображень Carnegie Mellon University: ймовірність правильного позитивного виявлення (ППВ) 0,88 при ймовірності хибного позитивного виявлення ХПВ 10-8.  На базі розроблених методів ВО створено інформаційну технологію виявлення облич, яку впроваджено у комп’ютерні системи відеоспостереження і контролю доступу, що дозволило підвищити ймовірність ППВ на 0,05-0,08 і зменшити ймовірність ХПВ на 24-30%. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі розроблено методи виявлення облич в системах комп’ютерного розпізнавання на основі комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів для підвищення достовірності і швидкодії при обмежених обчислювальних ресурсах. Під час проведення дисертаційного дослідження отримано такі основні результати:   1. Проаналізовано існуючі системи комп’ютерного розпізнавання облич і показано, що у даних системах першою інтелектуальною процедурою по обробці облич, яка визначає результат роботи всієї системи, є їх виявлення. Встановлено, що базові методи ВО, які базуються на моделюванні зображення обличчя, забезпечують або високу достовірність, або високу швидкодію. Розроблено узагальнену інформаційну модель процесу ВО на основі багаторівневого комбінованого каскаду класифікаторів, яка дозволила запропонувати шляхи підвищення достовірності та швидкодії методів виявлення облич на півтонових і кольорових зображеннях при обмежених обчислювальних ресурсах. 2. Розроблено метод ВО для обробки півтонових зображень на основі комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів, який складається із каскаду слабких класифікаторів для виявлення облич-кандидатів та згорткової нейронної мережі для їх верифікації. Даний метод ВО дозволив отримати один із найкращих показників достовірності на тестовому наборі CMU (ймовірність ППВ 0,88 при ймовірності ХПВ 10-8), випередивши за ймовірністю ППВ метод П. Віоли та М. Джонса на 0,12, і збільшивши швидкодію більш ніж у 8 разів у порівнянні з методом К. Гарсіа та М. Делакіс. Також розроблено алгоритм генерації структури ЗНМ, який дозволив автоматизувати проектування розрідженої несиметричної структури згорткової нейронної мережі на основі декількох вхідних параметрів. 3. Удосконалено метод верифікації облич-кандидатів із механізмом приймання облич, який базується на властивості згорткової нейронної мережі обробляти вхідне зображення будь-якого розміру за один етап, що дозволило збільшити швидкодію ККНК у 8,6 разів у порівняні з методом К. Гарсіа та М. Делакіс. Експериментально встановлено, що за рахунок застосування вдосконаленого методу верифікації у комбінованому каскаді нейромережевих класифікаторів ймовірність ППВ на тестовому наборі CMU при фіксованій ймовірності ХПВ, рівній 10-8, збільшується на 0,18 у порівнянні із методом верифікації П. Віоли та М. Джонса, на 0,05 – у порівнянні із методом П. Віоли та М. Джонса з перевіркою всіх багатократних виявлень і на 0,004 – у порівнянні із методом К. Гарсіа та М. Делакіс. 4. Удосконалено метод формування навчальної вибірки згорткової нейронної мережі для верифікації облич-кандидатів на основі параметричної адаптації структури активної навчальної вибірки, яка визначається врахуванням адаптивного співвідношення позитивних/негативних навчальних прикладів. Це дозволило знизити похибку класифікації ЗНМ на оціночній вибірці для позитивних прикладів приблизно у два рази і підвищити ймовірність ППВ комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів на тестовому наборі CMU при фіксованій ймовірності ХПВ 10-8 на 0,2-0,4 у порівнянні із методом Г. Роулі. Вдосконалено алгоритм створення віртуальних прикладів для формування розширеної навчальної вибірки ЗНМ, який на відміну від алгоритму К. Сан і Т. Поджіо містить додаткові операції розмиття і вирівнювання гістограми пікселів, що дозволило підвищити інваріантність ЗНМ до деформацій облич-кандидатів при їхній верифікації. 5. Одержав подальший розвиток метод ВО для обробки кольорових зображень на основі ККНК шляхом використання рівня виявлення облич-кандидатів на основі сегментації за КШ. Експериментальні дослідження комбінованого каскаду нейромережевих класифікаторів на тестовому наборі UCD показали, що поєднання двох просторів RGB+TSL дозволило підвищити ймовірність ППВ на 0,09 при фіксованій ймовірності ХПВ 10-8 і зменшити час ВО на 26% у порівнянні з використаннях одного кольорового простору TSL. 6. За результатами досліджень інформаційних потоків процесу виявлення облич розроблено структуру підсистеми ВО, яка складається з двох складових: навчання ККНК і виявлення облич. Розроблено і програмно реалізовано згорткову нейронну мережу на основі запропонованої об’єктно-орієнтованої моделі ЗНМ. На базі розроблених методів ВО створено інформаційну технологію виявлення облич, яку впроваджено у комп’ютерні системи відеоспостереження і контролю доступу, що дозволило підвищити ймовірність ППВ на 0,05-0,08 і зменшити ймовірність ХПВ на 24-30% у порівнянні з методом П. Віоли і М. Джонса. | |