

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IASI

FACULTATEA DE INFORMATICA



LUCRARE DE LICENȚĂ

**Simularea funcționalităților unui mouse
folosind repere faciale**

propusă de

Sergiu Iacob

Sesiunea: iulie, 2020

Coordonator științific

Asist. Dr. Croitoru Eugen

UNIVERSITATEA "ALEXANDRU-IOAN CUZA" DIN IASI

FACULTATEA DE INFORMATICA

Simularea funcționalităților unui mouse folosind repere faciale

Sergiu Iacob

Sesiunea: iulie, 2020

Coordonator științific

Asist. Dr. Croitoru Eugen

Avizat,
Îndrumător lucrare de licență,
Asist. Dr. Croitoru Eugen.

Data: Semnătura:

Declarație privind originalitatea conținutului lucrării de licență

Subsemnatul **Iacob Sergiu** domiciliat în **România, jud. Iași, comuna Tomești, sat Tomești, strada Văzduh, nr. 73**, născut la data de **03 martie 1997**, identificat prin CNP **1970301226742**, absolvent al Facultății de Informatică, **Facultatea de Informatică** specializarea **informatică**, promoția 2020, declar pe propria răspundere cunoscând consecințele falsului în declarații în sensul art. 326 din Noul Cod Penal și dispozițiile Legii Educației Naționale nr. 1/2011 art. 143 al. 4 și 5 referitoare la plagiat, că lucrarea de licență cu titlul **Simularea funcționalităților unui mouse folosind repere faciale** elaborată sub îndrumarea domnului **Asist. Dr. Croitoru Eugen**, pe care urmează să o susțin în fața comisiei este originală, îmi aparține și îmi asum conținutul său în întregime.

De asemenea, declar că sunt de acord ca lucrarea mea de licență să fie verificată prin orice modalitate legală pentru confirmarea originalității, consimțind inclusiv la introducerea conținutului ei într-o bază de date în acest scop.

Am luat la cunoștință despre faptul că este interzisă comercializarea de lucrări științifice în vederea facilitării falsificării de către cumpărător a calității de autor al unei lucrări de licență, de diplomă sau de disertație și în acest sens, declar pe proprie răspundere că lucrarea de față nu a fost copiată ci reprezintă rodul cercetării pe care am întreprins-o.

Data:

Semnătura:

Declarație de consimțământ

Prin prezenta declar că sunt de acord ca lucrarea de licență cu titlul **Simularea funcționalităților unui mouse folosind repere faciale**, codul sursă al programelor și celelalte conținuturi (grafice, multimedia, date de test, etc.) care însoțesc această lucrare să fie utilizate în cadrul Facultății de Informatică.

De asemenea, sunt de acord ca Facultatea de Informatică de la Universitatea "Alexandru-Ioan Cuza" din Iași, să utilizeze, modifice, reproducă și să distribuie în scopuri necomerciale programele-calculator, format executabil și sursă, realizate de mine în cadrul prezentei lucrări de licență.

Absolvent **Sergiu Iacob**

Data:

Semnătura:

Cuprins

Introducere

Context

Știință și tehnologie. Acest duo se regăsește la orice pas al secolului XXI și interacționăm cu el zilnic, mai mult sau mai puțin, prin intermediul telefoanelor, al televizoarelor și al calculatoarelor care sunt la dispoziția noastră și prin intermediul multor altor dispozitive. Într-o formă sau alta, dispozitivele de acest fel (*împreună* cu mulțimea de aplicații software pe care le rulează) fac lumea mai *accesibilă* pentru utilizatorii lor – de pildă, să verificăm vremea zilei de mâine pe un laptop sau să ne bazăm pe comenzile online în timpul unei pandemii. Astfel de exemple ne arată cum tehnologia modelează felul în care ne desfășurăm activitățile zilnice și “scurtăturile” pe care le putem lua pentru a îndeplini anumite sarcini – desigur, în anumite cazuri, cu niște costuri aferente.

În paragraful de mai sus este accentuat termenul “accesibil” care, prin definiție¹, înseamnă ceva “care este la îndemâna cuiva; care poate fi ușor procurat”. Am văzut cum lumea poate fi “mai la îndemâna cuiva” – dar cum facem ca tehnologia să fie, la rândul ei, accesibilă? Cum ar putea, spre exemplu, o persoană paralizată să folosească un laptop?

După o analiză retrospectivă putem constata că oamenii au lucrat dintotdeauna la modalități (de exemplu la dezvoltarea de software) pentru a face tehnologia mai accesibilă oamenilor. Un exemplu ar fi “Cititorul de ecran” (în engleză “Screen reader”), care este incorporat în majoritatea smartphone-urilor recent lansate, sau asistentul inteligent precum Siri, Bixby sau Google Assistant. Acestea pot permite persoanelor oarbe să interpreteze conținutul unui ecran digital sau unei persoane imobilizate să asculte muzică, să afle noutăți ș.a.m.d. Acest tip de software este un factor cheie pentru a permite unor categorii diverse de oameni să poată profita de avantajele tehnologiei.

¹Definiție preluată din DEX 2009

Idee

Dacă este să analizăm laptop-urile care sunt acum pe piață, am constata că toate sunt echipate cu o cameră frontală de luat vederi pentru videoconferințe, denumită uzual *webcam*. Pentru calculatoarele obișnuite, precum un “sistem desktop” cu un monitor care nu dispune de această cameră integrată, există webcam-uri care se pot conecta printr-un port USB (de cele mai multe ori) și aduc aceeași funcționalitate și unui calculator “tradițional”.

Lucrarea de față ia în considerare popularitatea acestui webcam și propune o soluție pentru a putea folosi parțial un calculator fără ajutorul mâinilor. O mare parte din interacțiunea dintre om și calculator se petrece prin intermediul mouse-ului, așadar m-am concentrat pe simularea comportamentului acestuia *folosind doar caracteristici ale feței*. Ideea de bază constă în a prelua imaginile de la webcam și, pe baza acestora, de a deplasa cursorul mouse-ului în zona în care se uită utilizatorul. Problema este cunoscută în literatura științifică drept “*Urmărirea ochilor*” (din engleză, “*Eye tracking*”) și poate fi abordată prin tehnici de *Învățare Automată*, o ramură a *Inteligenței Artificiale*.

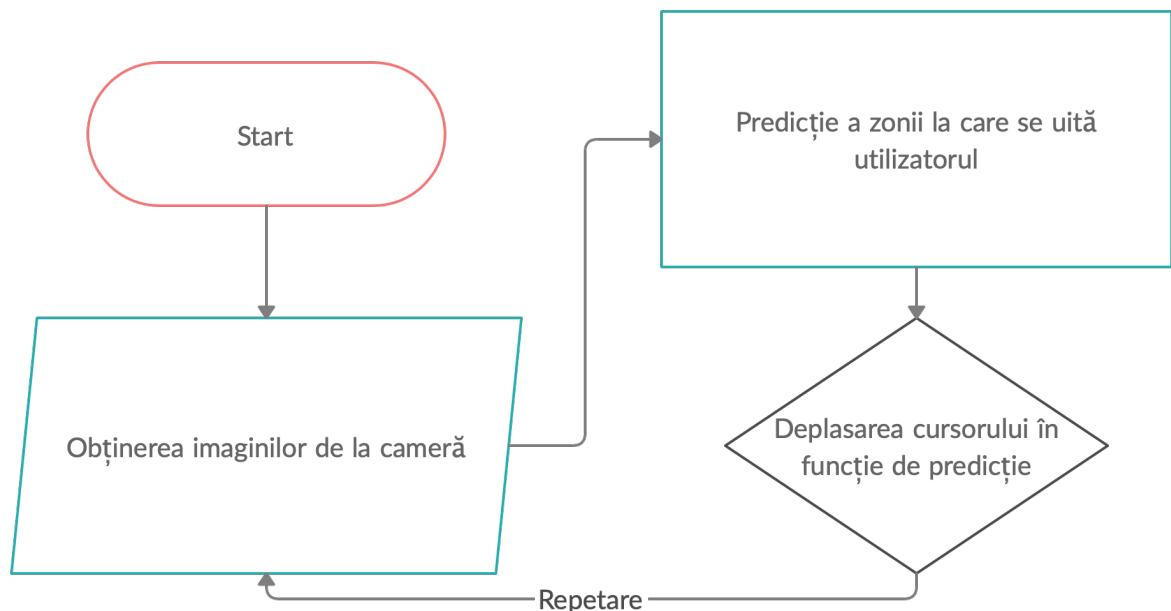


Figura 1: Procedură generală pentru deplasarea mouse-ului

Această idee nu este nouă și există deja soluții pentru această problemă, bazate pe aceeași idee. Totuși, cele mai multe dintre ele sunt create ori doar pentru un anumit

sistem de operare (în acest caz, Windows), ori nu sunt gratuite și au un cost atașat semnificativ, sau chiar necesită componente hardware adiționale.

Camera Mouse este o propunere viabilă care urmărește o porțiune fixată a feței (spre exemplu un ochi) și, când acea porțiune își schimbă poziția, se schimbă și poziția cursorului. Oferă și funcționalități de simulare a apăsării pe butoanele mouse-ului, însă funcționează doar pentru sistemele care rulează Windows. Printre alternative se mai găsesc *IntelliGaze* și produse dezvoltate de *Tobii Dynavox*, dar acestea necesită în primul rând hardware adițional și rulează doar pe Windows.

Motivație

Când a trebuit să mă decid asupra temei lucrării de licență, am luat în calcul doi factori cheie: viitoarea mea carieră profesională și utilitatea proiectului. Mi-am dorit să lucrez la un proiect care mi-ar alimenta interesul în Inteligența Artificială și care mi-ar oferi șansa de a aplica cercetarea pe care aș face-o în acest domeniu. Mai mult, mi-am dorit de asemenea să am și o abordare practică asupra lucrării, astfel încât să construiesc ceva ce ar fi folositor.

Cât despre Inteligența Artificială, este inutil să-i subliniem importanța contemporană. De la aplicabilitatea medicală, conducere/pilotare autonomă, agricultură inteligentă până la frigidere inteligente care-ți spun când ai rămas fără lapte, Inteligența Artificială este larg răspândită și extinderea ei nu se va opri prea curând. Pentru mine, acesta este un alt motiv pentru a o studia și a o înțelege mai bine, mai ales că o găsim integrată în viața noastră de zi cu zi.

Obiective

Obiectivul principal al aplicației este acela de a simula funcționalitatea unui mouse. Așadar, aplicația dezvoltată suportă cele mai importante funcționalități ale acestuia:

- mișcarea cursorului
- apăsarea butonului stâng²

²Această funcționalitate mai este denumită uzual și “click stânga”

- apăsarea butonului drept³

TODO să inserez aici o schema cu mouse

În urma analizei produselor deja existente, am vrut să dezvolt o aplicație care constituie un pachet atractiv de beneficii. Am construit o listă cu obiectivele principale ale aplicației:

- să fie cross-platform: aplicația ar trebui să ruleze pe toate sistemele de operare populare: Windows, Linux și MacOS
- să țină cont de diferențele fizionomice dintre utilizatori
- să aibă o interfață grafică
- să fie ușor și intuitiv de folosit
- să fie ușor de instalat

În capitolul 1 va fi prezentată... iar apoi...

În restul capitolelor...

³Această funcționalitate mai este denumită uzual și “click dreapta”

Capitolul 1

Planul de dezvoltare

1.1 Definirea problemei

Problema pe care am încercat să o rezolv constă în primul rând în a urmări cu acuratețe ochii utilizatorului, astfel încât cursorul să poată fi mișcat în concordanță cu privirea acestuia. Această problemă este parte dintr-o gamă mai largă de probleme de *Viziune Computerizată* (în engleză *Computer Vision*), mai exact *Urmărirea ochilor*, după cum a fost menționat și în introducere. Conform [?], urmărirea ochilor este “procesul de măsurare a punctului de privire (unde se uită o persoană) sau a mișcării unui ochi relativ la cap”.¹

Știind acestea, am abordat problema ca o problemă din domeniul *Inteligenței Artificiale*, deoarece aceasta constituie un mod viabil de a rezolva o astfel de problemă. Vom lucra, așadar, cu o problemă de *Învățare Automată*, mai exact cu una de *Învățare Profundă* (în engleză *Deep Learning*).

Despre Deep Learning

Învățarea profundă se preocupă, printre altele, de procesarea și analizarea imaginilor prin folosirea unor *arhitecturi profunde* bazate pe *rețele neuronale*. Această învățare poate fi la rândul ei supervizată, semi-supervizată sau nesupervizată. În termeni simpli,

¹Textul original este din engleză: “the process of measuring either the point of gaze (where one is looking) or the motion of an eye relative to the head”

Les tâches d'Apprentissage Profond peuvent être supervisées, semi-supervisées ou non supervisées. Nous nous concentrerons sur les tâches *supervisées* et nous traiterons notre problème comme l'une d'entre elles. Cela signifie que nous allons d'abord acquérir quelques données d'apprentissage, qui consisteront en des images de webcam marquées par la position du curseur de la souris. De cette façon, notre algorithme apprendra où le curseur de la souris doit se trouver, en fonction de l'endroit où l'utilisateur regardait lorsque l'image a été prise.

1.1.1 Le neurone artificiel

Avant d'entrer dans des architectures d'Apprentissage Profond plus sophistiquées, nous devons d'abord examiner le neurone artificiel. En bref, il s'agit d'un modèle formel et simplifié de neurone biologique. Il peut nous aider à faire la *classification binaire* à l'aide de la formule suivante:

$$y = \varphi(w * x + b)$$

Dans la formule ci-dessus, x est un vecteur de valeurs réelles, représentant notre entrée, w est un vecteur de valeurs réelles, appelé *poids* et b est le *biais*. Le produit $w * x$ représente le produit scalaire et est égal à $w * x = \sum_{i=1}^n w_i x_i$, n étant la longueur de notre entrée.

Le résultat de la classification est donné par φ , qui est appelé une *fonction d'activation*. Si cette fonction sert de seuil, elle effectuera une classification binaire, donnant soit 0 soit 1. Nous pourrions même utiliser une fonction d'activation telle que $\varphi(x) = x$ qui ne nous donnera pas une classification binaire, mais pourrait nous aider à résoudre des problèmes de régression linéaire.

1.1.2 Les réseaux de neurones

Le "cheval de bataille" des problèmes de vision par ordinateur est le réseau de neurones artificiels. Celui-ci est, comme son nom l'indique, composé de plusieurs neurones artificiels, répartis sur plusieurs couches.

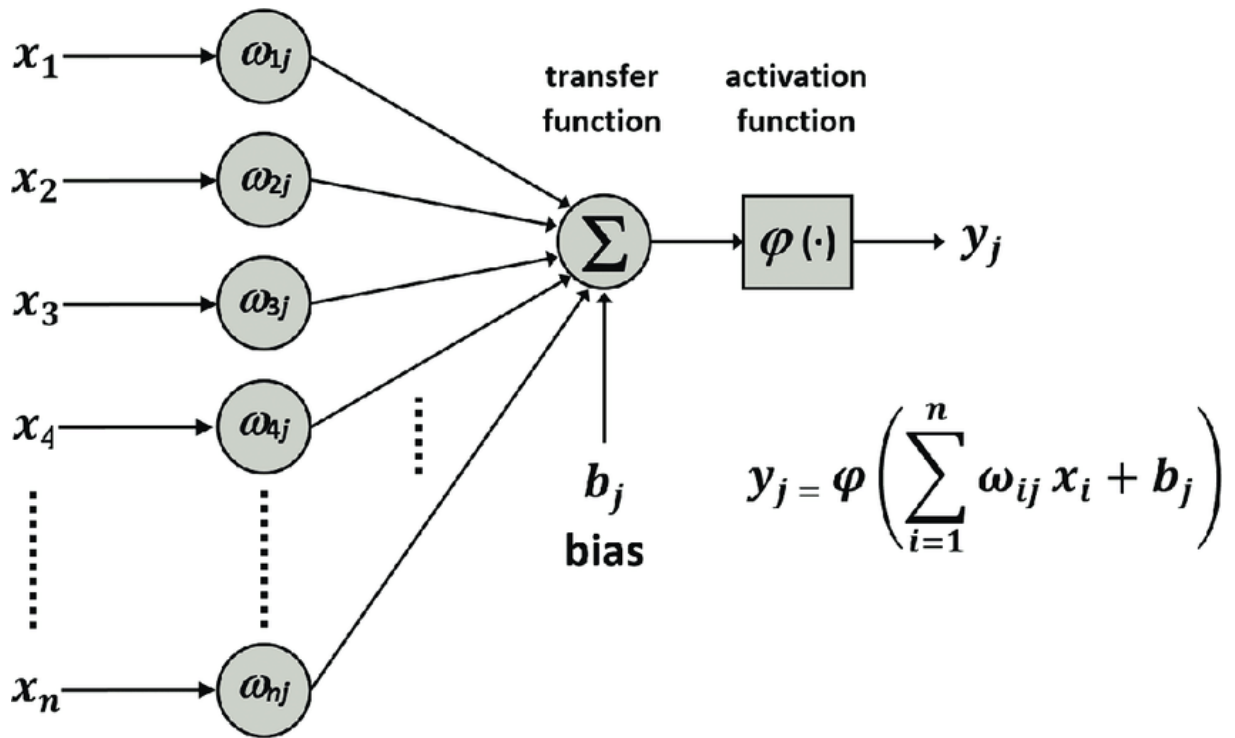


Figura 1.1: Schéma d'un neurone artificielSource: ResearchGate

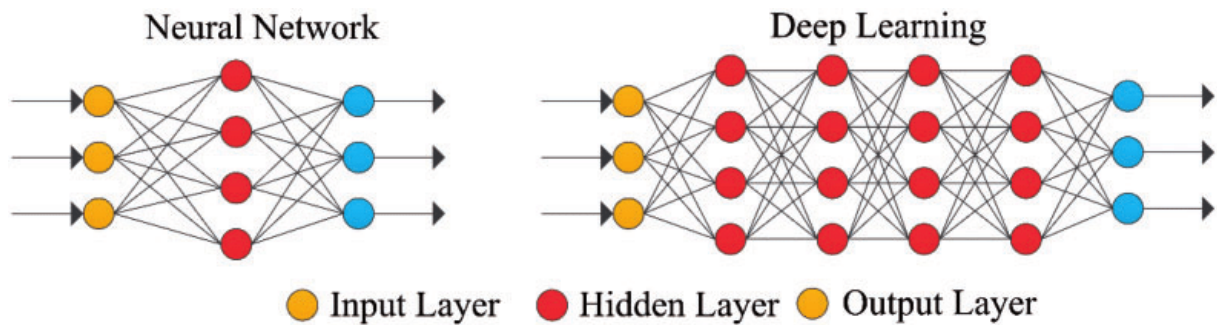


Figura 1.2: Schéma d'un neurone artificielSource: ResearchGate

1.2 Strategie

1.2.1 Obtenir des données

Il est bien connu qu'un algorithme d'Apprentissage Automatique n'est bon que si les données que nous lui fournissons le sont aussi. C'est incroyablement important, c'est pourquoi je vais m'efforcer de rassembler autant de *données brutes* que possible, ainsi que d'autres informations que je pourrais trouver importantes.

Un autre point essentiel est *traitement des données* et *analyse des données*. Le premier concerne le nettoyage de l'ensemble des données des instances inutiles et la mise en forme des données recueillies dans un format utilisable pour nos réseaux neuronaux.

Nous examinerons également comment nous pouvons obtenir des informations supplémentaires qui pourraient être utiles à partir de nos images.

1.2.2 Perceptrons multicouches

Un type particulier de réseaux neuronaux est le réseau multicouche Perceptron. Ce sera ma première expérience et le point de départ pour tenter de résoudre le problème.

En utilisant ceci, je vais essayer de résoudre le premier objectif ??, et c'est approximativement de prédire où l'utilisateur regarde. Je vais d'abord essayer avec une grille plus petite de 2x2, puis je passerai à une grille de 3x3.

1.2.3 Réseau neurones convolutifs

Une étape supplémentaire consistera à utiliser les réseaux neuronaux convolutifs, une architecture de pointe pour travailler avec des images. Cela pourrait permettre d'atteindre un objectif plus préférable, à savoir prévoir exactement l'emplacement du curseur de la souris en fonction de l'endroit où l'utilisateur regarde.

Capitolul 2

Titlul celui de-al doilea capitol

Facilisi nullam vehicula ipsum a arcu. Purus semper eget dui at tellus at. Adipiscing tristique risus nec feugiat. Eu volutpat odio facilisis mauris sit. Porta nibh venenatis cras sed. Penatibus et magnis dis parturient. Sollicitudin aliquam ultrices sagittis orci a. Senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas integer. Cras tincidunt lobortis feugiat vivamus at augue eget arcu dictum. Leo vel fringilla est ullamcorper eget nulla facilisi etiam dignissim. Nulla aliquet enim tortor at auctor urna nunc id cursus. Elit dui tristique sollicitudin nibh. Sagittis nisl rhoncus mattis rhoncus urna neque viverra. Convallis posuere morbi leo urna molestie at. Quisque egestas diam in arcu cursus euismod.

2.1 Titlul secțiunii 1

A diam sollicitudin tempor id eu nisl. Hac habitasse platea dictumst vestibulum. Integer enim neque volutpat ac tincidunt. Facilisi nullam vehicula ipsum a arcu cursus vitae congue. Vel turpis nunc eget lorem. Vestibulum mattis ullamcorper velit sed ullamcorper morbi tincidunt ornare. Nunc sed blandit libero volutpat. Sit amet luctus venenatis lectus magna fringilla urna porttitor. Hac habitasse platea dictumst quisque sagittis purus. Sed faucibus turpis in eu mi bibendum neque egestas. Vel orci porta non pulvinar neque laoreet suspendisse interdum consectetur. Erat nam at lectus urna dui convallis convallis tellus id. Tristique sollicitudin nibh sit amet commodo nulla facilisi nullam vehicula. Etiam dignissim diam quis enim lobortis scelerisque. Nunc congue nisi vitae suscipit tellus mauris a diam maecenas. Lacus viverra vitae congue eu consequat ac felis donec. Mauris sit amet massa vitae tortor condimentum. Mauris

augue neque gravida in. Lorem ipsum dolor sit amet. Arcu dui vivamus arcu felis bibendum ut tristique et.

2.2 Titlul secțiunii 2

Sit amet mauris commodo quis imperdiet massa tincidunt nunc pulvinar. Ligula ullamcorper malesuada proin libero nunc consequat interdum. Mauris a diam maecenas sed enim ut. Ut sem nulla pharetra diam sit amet nisl suscipit adipiscing. Leo dui ut diam quam nulla. Neque ornare aenean euismod elementum. Vitae sapien pellentesque habitant morbi tristique senectus. Lectus magna fringilla urna porttitor rhoncus dolor purus non enim. Egestas sed sed risus pretium quam vulputate dignissim suspendisse in. At quis risus sed vulputate odio ut enim. Hac habitasse platea dictumst quisque sagittis. Lectus vestibulum mattis ullamcorper velit sed. Massa vitae tortor condimentum lacinia quis vel eros donec ac. Vulputate dignissim suspendisse in est ante. Sed faucibus turpis in eu mi bibendum neque. Enim eu turpis egestas pretium aenean pharetra magna. Tellus mauris a diam maecenas.

2.3 Titlul secțiunii 3

Faucibus ornare suspendisse sed nisi lacus sed. Mi in nulla posuere sollicitudin aliquam ultrices. Lacus suspendisse faucibus interdum posuere lorem ipsum dolor sit amet. Odio tempor orci dapibus ultrices in iaculis nunc sed augue. Congue eu consequat ac felis donec et odio. Enim ut sem viverra aliquet eget sit amet. Sit amet consectetur adipiscing elit dui tristique sollicitudin. Quis blandit turpis cursus in. Cras fermentum odio eu feugiat pretium nibh ipsum consequat nisl. Non curabitur gravida arcu ac tortor dignissim convallis aenean. Porta non pulvinar neque laoreet suspendisse interdum consectetur libero id. Lacus viverra vitae congue eu consequat ac felis. Vulputate dignissim suspendisse in est ante in nibh mauris. Amet mauris commodo quis imperdiet massa. Varius sit amet mattis vulputate enim nulla aliquet. Pellentesque diam volutpat commodo sed egestas egestas. Amet est placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Scelerisque varius morbi enim nunc faucibus a pellentesque sit. Ut sem viverra aliquet eget sit amet tellus cras. Sem integer vitae justo eget magna fermentum iaculis eu.

Capitolul 3

Titlul celui de-al treilea capitol

Amet venenatis urna cursus eget. Quam vulputate dignissim suspendisse in est ante. Proin nibh nisl condimentum id. Egestas maecenas pharetra convallis posuere morbi. Risus viverra adipiscing at in. Vulputate eu scelerisque felis imperdiet. Cras adipiscing enim eu turpis egestas pretium aenean pharetra. In aliquam sem fringilla ut morbi tincidunt augue. Montes nascetur ridiculus mus mauris. Viverra accumsan in nisl nisi scelerisque eu ultrices vitae. In nibh mauris cursus mattis molestie a iaculis. Interdum consectetur libero id faucibus nisl tincidunt eget. Gravida in fermentum et sollicitudin ac orci. Suspendisse bibendum est ultricies. Etiam non quam lacus suspendisse. Leo urna molestie at elementum eu facilisis sed odio morbi. Egestas congue quisque egestas diam in arcu cursus. Amet consectetur adipiscing elit ut aliquam purus.

3.1 Titlul secțiunii 1

Eros donec ac odio tempor. Facilisi morbi tempus iaculis urna id volutpat. Faucibus in ornare quam viverra orci sagittis eu. Amet tellus cras adipiscing enim eu turpis egestas. Integer feugiat scelerisque varius morbi. Platea dictumst vestibulum rhoncus est pellentesque elit ullamcorper dignissim. Bibendum arcu vitae elementum curabitur. Eu nisl nunc mi ipsum faucibus. Id aliquet lectus proin nibh nisl condimentum id venenatis a. Cras adipiscing enim eu turpis egestas pretium. Quisque non tellus orci ac auctor augue mauris augue. Malesuada pellentesque elit eget gravida cum. Ut lectus arcu bibendum at. Massa id neque aliquam vestibulum morbi blandit. Posuere ac ut consequat semper viverra nam. Viverra adipiscing at in tellus integer feugiat

scelerisque varius morbi. Morbi enim nunc faucibus a pellentesque sit amet porttitor eget. Eu feugiat pretium nibh ipsum consequat nisl vel. Nisl purus in mollis nunc sed.

3.2 Titlul secțiunii 2

Elementum sagittis vitae et leo duis ut diam quam nulla. Purus sit amet volutpat consequat mauris nunc. Tincidunt augue interdum velit euismod in pellentesque massa. Nunc sed augue lacus viverra vitae congue. Porttitor leo a diam sollicitudin. Faucibus pulvinar elementum integer enim. Adipiscing bibendum est ultricies integer quis auctor elit. Blandit aliquam etiam erat velit scelerisque in. A iaculis at erat pellentesque adipiscing commodo elit at. Erat nam at lectus urna duis. Consequat ac felis donec et. Fermentum posuere urna nec tincidunt praesent semper feugiat nibh sed. Proin gravida hendrerit lectus a. Pretium viverra suspendisse potenti nullam ac tortor vitae purus. Arcu cursus euismod quis viverra nibh cras pulvinar mattis. Gravida arcu ac tortor dignissim convallis aenean. Quam nulla porttitor massa id neque aliquam vestibulum morbi. Sed viverra ipsum nunc aliquet. Quis enim lobortis scelerisque fermentum dui faucibus in.

Concluzii

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Nunc mattis enim ut tellus elementum sagittis vitae et. Placerat in egestas erat imperdiet sed euismod. Urna id volutpat lacus laoreet non curabitur gravida. Blandit turpis cursus in hac habitasse platea. Eget nunc lobortis mattis aliquam faucibus. Est pellentesque elit ullamcorper dignissim cras tincidunt lobortis feugiat. Viverra maecenas accumsan lacus vel facilisis volutpat est. Non odio euismod lacinia at quis risus sed vulputate odio. Consequat ac felis donec et odio pellentesque diam volutpat commodo. Etiam sit amet nisl purus in. Tortor condimentum lacinia quis vel eros donec. Phasellus egestas tellus rutrum tellus pellentesque eu tincidunt. Aliquam id diam maecenas ultricies mi eget mauris pharetra. Enim eu turpis egestas pretium.

Bibliografie