

Workshop eScience – UFABC

Image Processing, Pattern Recognition and Machine Learning at IME / USP

Nina S. T. Hirata
(nina@ime.usp.br)

Department of Computer Science
Institute of Mathematics and Statistics
(IME - USP)

June / 2017

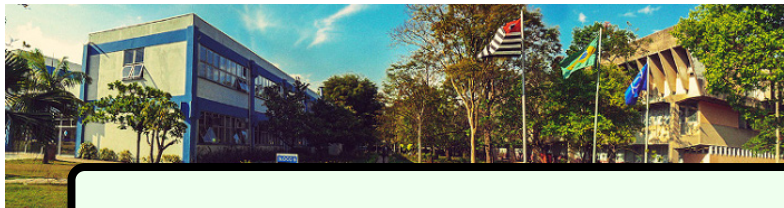


Computer Science

Applied Mathematics

Mathematics

Statistics



DCC – Department of Computer Science

- Bachelor of Computer Science (60 admissions/year)
- CS introductory courses to other institutes
(Poli, IF, IAG, IGc, FEA, IO, Molecular Sciences, ICB)
- Graduate Program - CS

Com

Appl

Math

Statistics

DCC – IME / USP

<https://www.ime.usp.br/dcc>

9 full professors

16 Associate professors

14 professors

4 collaborators

Image/vision group

<https://www.ime.usp.br/dcc>

9 full professors
16 Associate professors
14 professors
4 collaborators



J. Barrera



R. Cesar



R. Hirata



R. Hashimoto



C. Morimoto



P. Miranda



M. Jackowski



N. Hirata

eScience applications

Astronomy – multiband astronomical survey

Oceanography – plankton data analysis

Document processing and analysis

Smart cities

Medical images

Augmented reality

Bioinformatics

Astronomical data analysis

Astronomical data analysis

In collaboration with IAG / USP (<http://www.iag.usp.br/labcosmos/en/>)

LABCOSMOS

[HOME](#)[TEAM](#)[EVENTS](#)[FOR SCIENTISTS](#)[LEARN MORE](#)[NEWS](#)[OPPORTUNITIES](#)[CONTACT](#)

LOGIN

PASSWORD

LOGIN

WRITE HERE YOUR SEARCH

SEARCH FOR

▼ OK

FEED NEWS

>> Permanent position in Observational Cosmology at UNICAMP

>> Junior faculty position in Cosmology and Gravitation at the Rio de Janeiro State University

>> Tenure-track position at UNICAMP (Observational Cosmology)

>> Tenure-track position at UFABC (Astrophysics, Cosmology and Gravitation)

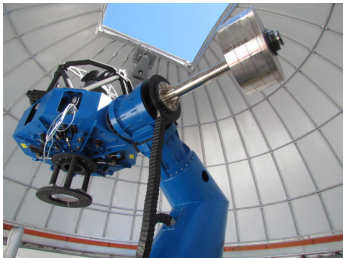
LABCOSMOS

LabCosmos is a virtual institute of Cosmology, supported by the Office of the Dean of Research of the University of São Paulo, under the Research Nuclei Program (NAP). Its members are researchers from the Astronomy Department of (IAG-USP), the Physics Institute (IF-USP), the Mathematics and Statistics Institute (IME-USP), the USP Physics Institute in São Carlos (IFSC-USP), and the Polytechnic School (EP-USP).

The LabCosmos team is composed of astronomers, physicists, mathematicians, computer scientists and engineers. We work in a multidisciplinary way in several areas of research related in some way or another with Cosmology. We are working on several projects, in international collaborations, which aim at tackling the most important problems in the frontiers of Physics and Astronomy, as well as to develop the new technologies that will enable the observations that can make these new discoveries.

Astronomical data analysis / S-PLUS

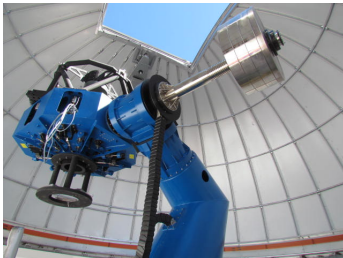
T80S optical telescope at Chile – 12 filters
Cerro-Tololo Inter-American Observatory



<https://confluence.astro.ufsc.br:8443/display/TP/T80S+Telescope>

Astronomical data analysis / S-PLUS

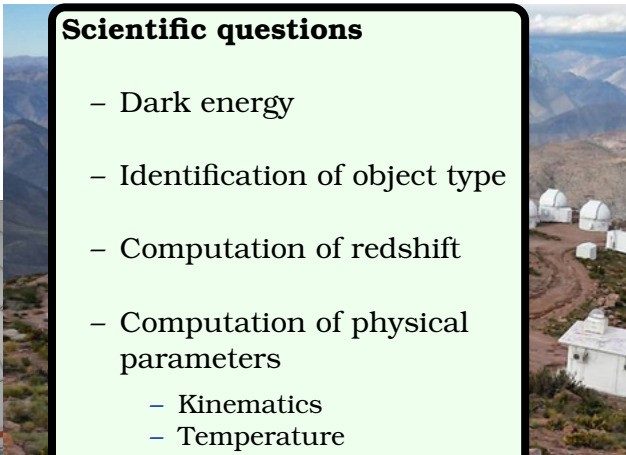
T80S optical telescope at Chile – 12 filters
Cerro-Tololo Inter-American Observatory



<https://confluence.c...>

Scientific questions

- Dark energy
- Identification of object type
- Computation of redshift
- Computation of physical parameters
 - Kinematics
 - Temperature
 - Metallicity



Astronomical surveys



By ESO/M. Hayes - <http://www.eso.org/public/images/eso1013a/>, CC BY 4.0

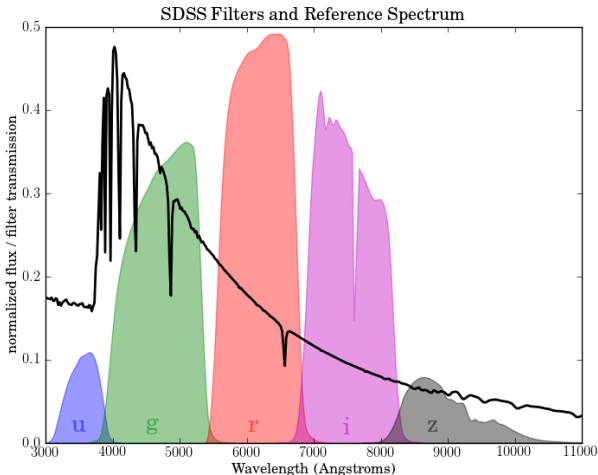
Astronomical data analysis



Astronomical surveys

General map or image of a region of the sky; no specific target

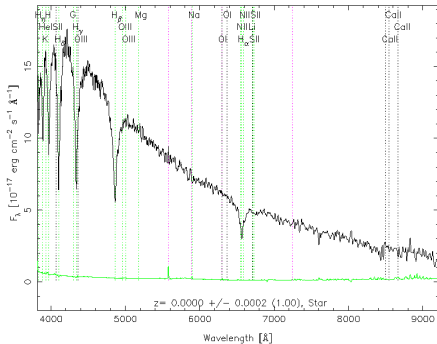
Multiwavelength surveys with multiple detectors, each sensitive to a different bandwidth



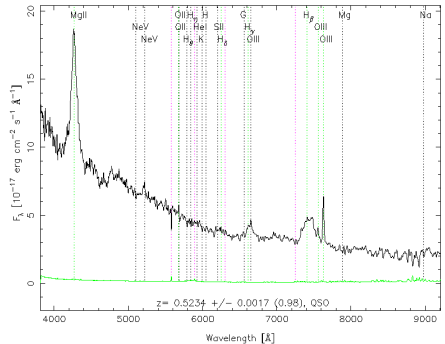
Spectrum

Emission lines are important to discriminate astronomical objects

RA=200.90504, DEC=63.31110, MJD=52056, Plate= 603, Fiber=189

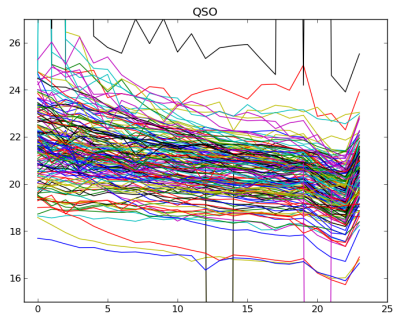
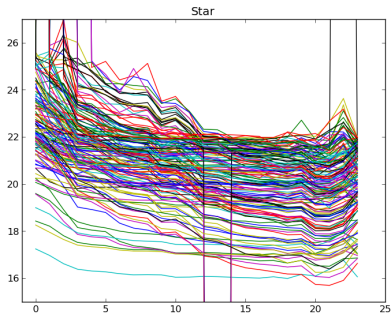


RA=168.09094, DEC= 0.50793, MJD=51984, Plate= 279, Fiber=343



Astronomical surveys

The ALHAMBRA case (21 optical filters + 3 NIR filters)



Emission lines are lost ??

Astronomical survey data analysis

New object identification/analysis methods are needed

- SDSS (SLOAN) — 5 filters
- ALHAMBRA — 23 filters
- T80 J-PLUS / S-PLUS — 12 filters (ongoing)
- T250 J-PAS / S-PAS — 59 filters (to come soon)

Astronomical survey data analysis

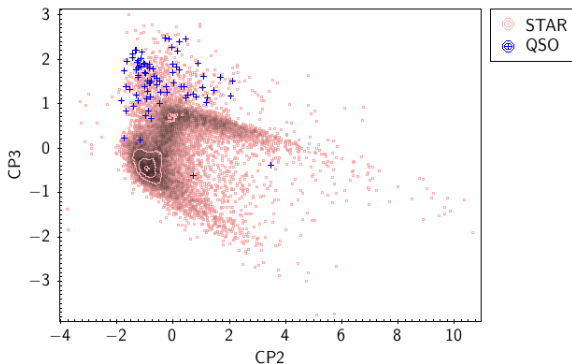
New object identification/analysis methods are needed

- SDSS (SLOAN) — 5
- ALHAMBRA — 23
- T80 J-PLUS / S-PL
- T250 J-PAS / S-PA

Current research topics

- star / QSO separation
- galaxy classification
- star / galaxy separation
- pixel level deblending

STAR × QSO separation



- feature extraction
- candidate selection (PCA)
- k -NN templates (ground-truth derived from SDSS)
 - redshift estimation

Galaxy classification



- SDSS data: `jpg` and `fits` (5 channels)
- Convolutional neural networks
- S-PLUS data: `fits` (12 channels)
- morphometric and spectral variables + classifier

Plankton image analysis

Plankton image analysis

In collaboration with IO / USP (<http://laps.io.usp.br/index.php/en/>)

[LAPS](#) [Projects](#) [People](#) [Photo Gallery](#) [Publications](#) [Courses](#) [Outreach](#) [Partners](#) [Opportunities](#)



Search...

● News

[News section now on Facebook](#)

● Login

User Name

Password

Remember Me ☐

[Forgot your password?](#)

[Forgot your username?](#)

Introduction

LAPS is a research unit led by Prof. Rubens Lopes at the Department of Biological Oceanography, Oceanographic Institute of University of São Paulo (IOUSP), Brazil. We are interested in the study of marine plankton ecology and biology, including the analysis of distributional patterns in a range of spatial and temporal scales, and phyto- and zooplankton behavioral responses to biological interactions and environmental forcing.



Workshop eScience – UFABC – IP, PR & ML at IME / USP (N. Hirata)

20

Plankton image analysis

In collaboration with IO / USP (<http://laps.io.usp.br/index.php/en/>)



The screenshot shows the LAPS website interface. At the top is a navigation bar with links: LAPS, Projects, People, Photo Gallery, Publications, Courses, Outreach, Partners, and Opportunities. Below this is a header banner featuring the LAPS logo (Laboratory of Plankton Systems) and the IO logo (Instituto Oceanográfico). A search bar is located below the banner. On the left side, there are sections for 'News' (with a link to 'News section now on Facebook') and 'Login' (with fields for User Name, Password, and a 'Remember Me' checkbox, followed by a 'Log in' button and links for 'Forgot your password?' and 'Forgot your username?'). The main content area on the right has a heading 'Introduction' with a printer and email icon, followed by a paragraph: 'LAPS is a re... Oceanographic... plankton ecologi... scales, and phy...'. Below the text is a collage of three images: a person in a lab coat, a diver in a red suit working with yellow equipment, and a research ship at sea. A large, light-green callout box with a black border is overlaid on the right side of the page, containing a bulleted list of research topics.

- image acquisition
 - Laser microscopy
 - Digital holography
- classification pipeline
- image reconstruction

Plankton image classification



Appendicularia



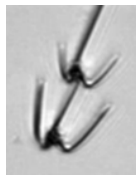
Bubble



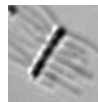
Calanoida



Dinoflagellate



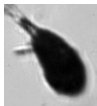
Dinoflagellate M



Chaetoceros



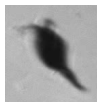
Cnidaria



Copepoda



Coscinodiscus



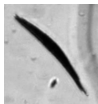
Cyclopoida



Detritus



Detritus ball



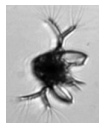
Filaments



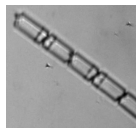
Nauplii



Noctiluca



Penilia



P. Dactyliosolen



Stalked c.

Plankton image classification



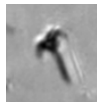
Appendicularia



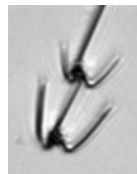
Bubble



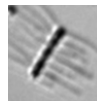
Calanoida



Dinoflagellate



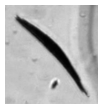
Dinoflagellate M



Chaetoceros



Cnidaria



Filaments

- Standard pipeline
 - target cropping
 - contour delineation
 - feature extraction
 - classifier training
- 18 species, classifier ensembles
- deep learning
- data augmentation

Plankton image reconstruction

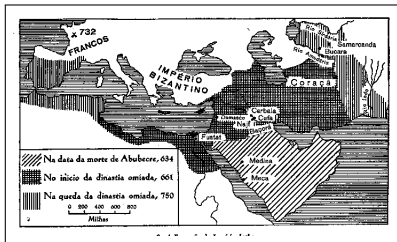
DEMO

Interactive system for holographic image analysis

(Jefferson Ascano / R. Hirata / Rubens Lopes (IO))

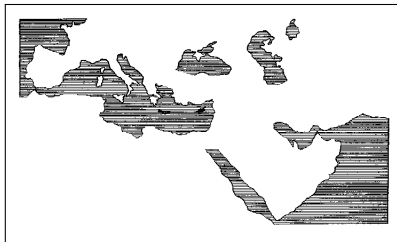
Image operator learning

Image operator learning



Observed input

$\Psi = ?$



Expected output

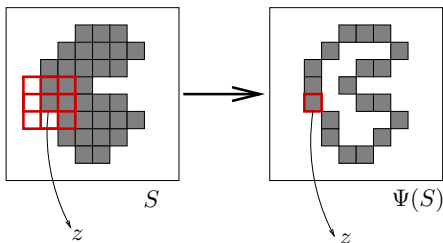
Given pairs of images as the ones on the left...

Question:

- how to design an image operator Ψ that transforms the input image to the expected output image?

Local image operators

There is a **local function** ψ that uniquely characterizes Ψ

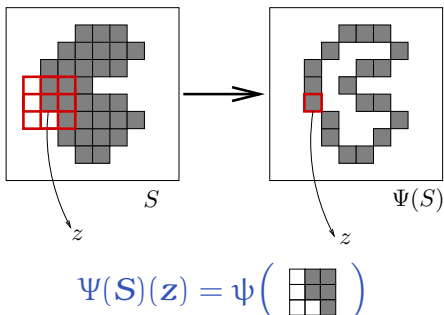


$$\Psi(S)(z) = \psi \left(\begin{array}{ccc} \text{gray} & \text{gray} & \text{gray} \\ \text{white} & \text{gray} & \text{gray} \\ \text{white} & \text{white} & \text{gray} \end{array} \right)$$

Representation in terms of **basic morphological operators**
(erosion and dilation)

Local image operators

There is a **local function** ψ that uniquely characterizes Ψ



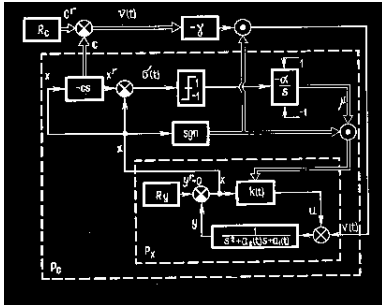
The local function can be seen as a **pixel classifier**

Machine learning techniques to learn these functions!

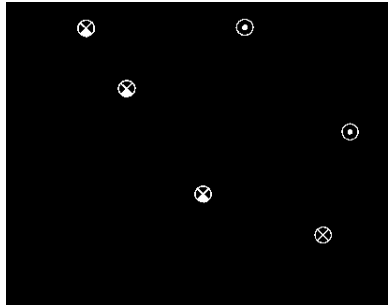
Image operator learning — applications

- Document image binarization
- Page component segmentation
 - text
 - graphics
 - tables
 - staff lines (music scores)
- Vessel segmentation

Application examples

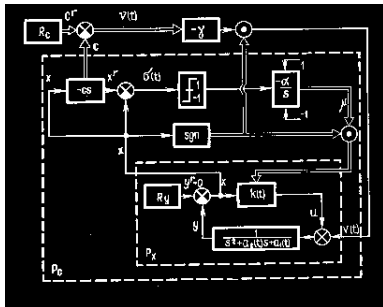


Input

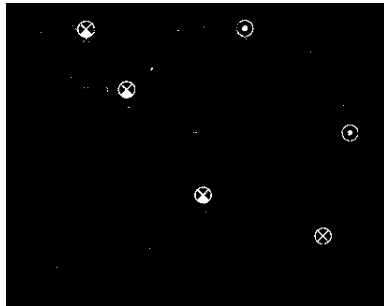


Expected output

Application examples

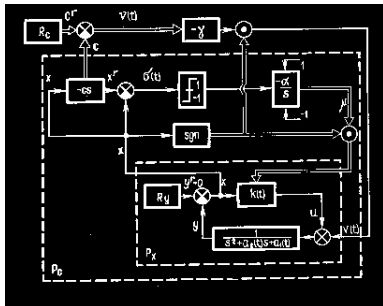


Input

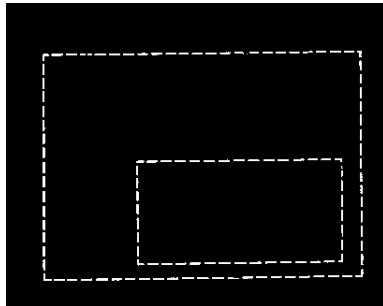


Test output

Application examples

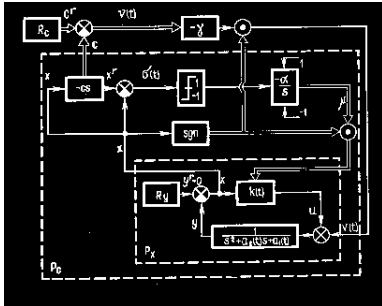


Input

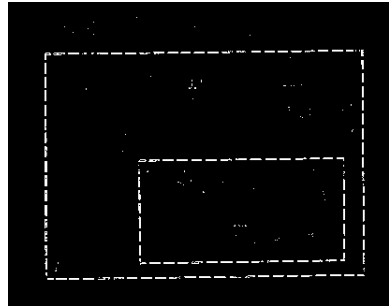


Expected output

Application examples

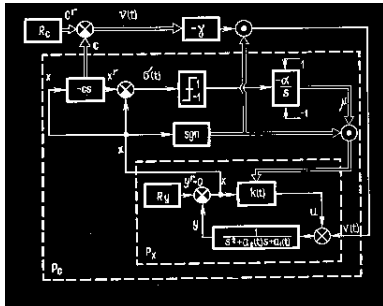


Input

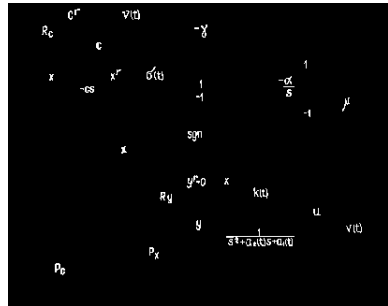


Test output

Application examples

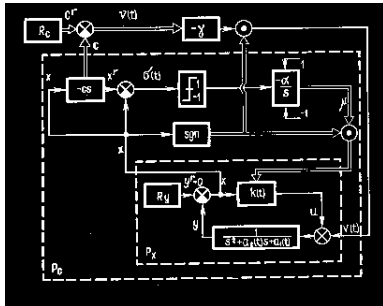


Input

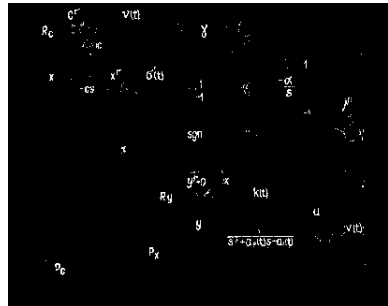


Expected output

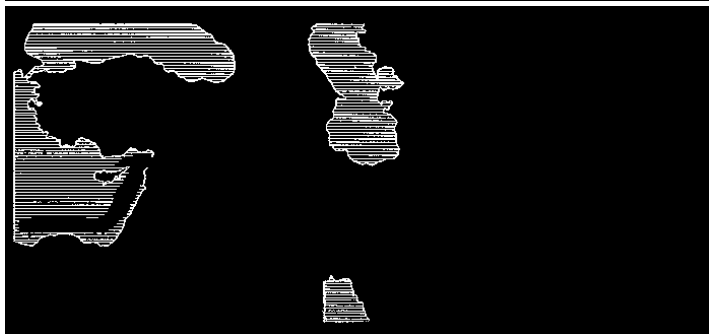
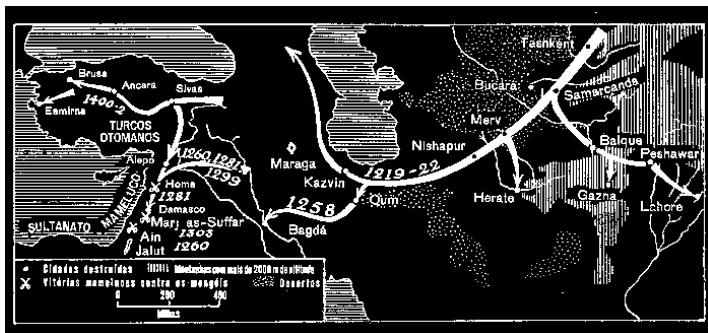
Application examples

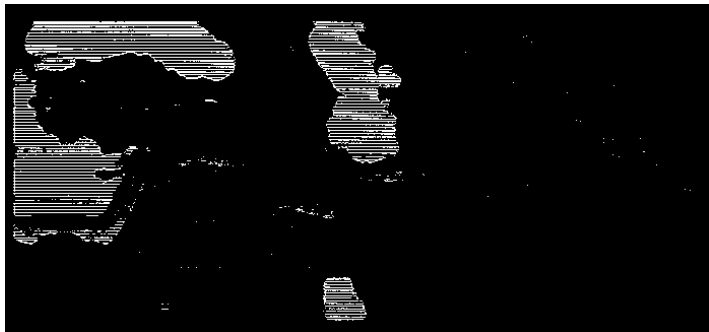
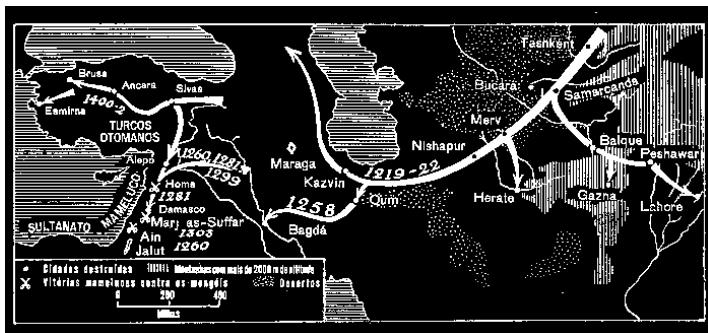


Input



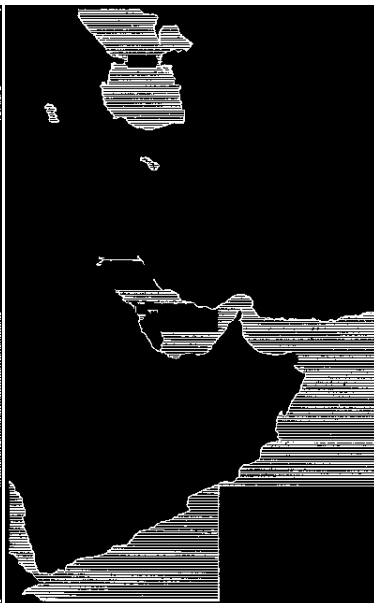
Test output







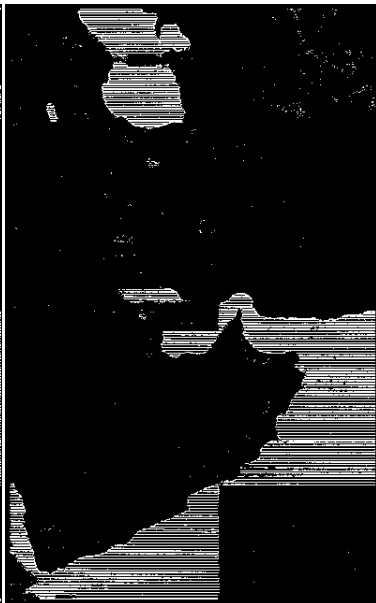
Input



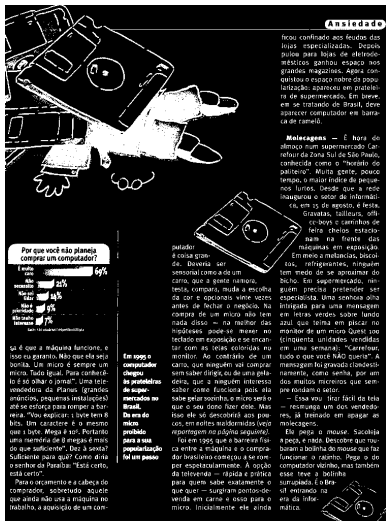
Expected output



Input



Test output



Ansiedade

ficou confinado aos feudos das lojas especializadas. Depois, pulou para lojas de eletrodomésticos, ganhou espaço nos grandes magazines. Agora conquistou o espaço nobre da popularização: apareceu em prateleira de supermercado. Em breve, em se tratando de Brasil, deve aparecer em qualquer barra-ca de ramêlo.

Moleçães — É hora do almoço num supermercado. Carrefour da Zona Sul de São Paulo, conhecida como o "horário do patinho". Muita gente, pouco tempo, o maior índice de peju-nos lunos. Desde que a rede inaugurou o setor de informá-tica, em 25 de agosto, é festa. Gravatas, tailleurs, ofi-ciais e caminhos de feira cheios, estacio-nam na frente das máquinas em exposição.

Por que você não planeja comprar um computador?

Eu não tenho dinheiro	60%
Eu não sei usar	20%
Eu não tenho tempo	15%
Eu não tenho espaço	5%
Eu não tenho interesse	7%

sa é que a máquina funciona, e isso eu garanto. Não que ela seja bonita. Um micro é sempre um micro. Tudo igual. Para conhe-cê-lo é só olhar o jornal". Uma telev-vendedora das Planas (grandes anúncios, pequenas instalações) até se estorça para romper a bar-reira. "Vou explicar: 1 byte tem 8 bits. Um caractere é o mesmo que 1 byte. Mega é 1 mil. Portanto uma memória de 6 megas é mais do que suficiente". Dez à sexta? Suficiente para quê? Como diria o senhor da Paraíba: "Táá certo, táá certo".

Para o orçamento e a cabeça do comprador, sobretudo aquele que ainda não usa a máquina no trabalho, a aquisição de um com-

putador é coisa gran-de. Deveria ser sensacional como a de um carro, que a gente namora, testa, compara, muda a escolha da cor e opções: virne vezes antes de fechar o negócio. Na compra de um micro não tem nada disso — na melhor das hipóteses, pode-se mudar no testado em exposição e se encon-trar com as telas coloridas no monitor. Ao contrário de um carro, que ninguém vai comprar sem saber dirigí-lo de uma pala-deira, que a ninguém interessa saber como funciona pois ela sabe pelo soquinho, o micro será o que o seu dono fizer dele. Mas isso ele só descobrirá aos pou-cos, em milésimas malformadas (veja reportagem na página seguinte).

Foi em 1995 que a barreira físi-ca entre a máquina e o compra-dor brasileiro começou a se rom-per espetacularmente. A noção da televisão — rápida e prática para quem sabe exatamente o que quer — surgiu pontos-de-vida em carne e osso para o micro. Incidentalmente, ele ainda

ficou confinado aos feudos das lojas especializadas. Depois, pulou para lojas de eletrodomésticos, ganhou espaço nos grandes magazines. Agora conquistou o espaço nobre da popularização: apareceu em prateleira de supermercado. Em breve, em se tratando de Brasil, deve aparecer em qualquer barra-ca de ramêlo.

Moleçães — É hora do almoço num supermercado. Carrefour da Zona Sul de São Paulo, conhecida como o "horário do patinho". Muita gente, pouco tempo, o maior índice de peju-nos lunos. Desde que a rede inaugurou o setor de informá-tica, em 25 de agosto, é festa. Gravatas, tailleurs, ofi-ciais e caminhos de feira cheios, estacio-nam na frente das máquinas em exposição.

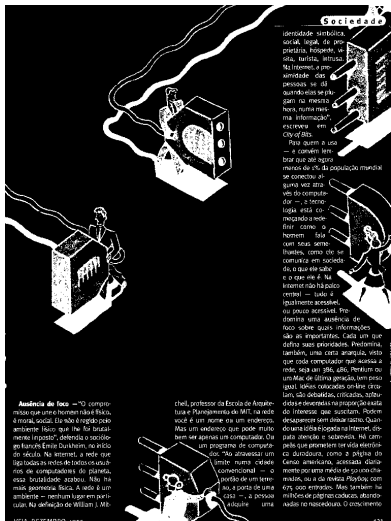
Em meio a melancias, biscoi-tos, refrigerantes, ninguém tem medo de se aproximar do bicho. Em supermercado, nin-guém precisa pretender ser expectatista. Uma senhora atra-tada para uma máquina em letras verdes sobre fundo azul que telma em piscar no monitor de um micro Quasi 100 (cinquenta unidades vendidas em uma semana): "Carrefeur, tudo o que você NÃO quer?". A mensagem foi gravada (fotocopiada, como se fosse, por um dos muitos microscópios que sem-pre rondam o setor).

— Esse meu filiz fácil do tela — resmungou um dos vendidos res, já treinado em apagar as molestagens.

Essa peça o mouse. Sabe-lha a peça, é neta. Descubra que traba-lhará a bolinha do mouse que faz funcionar o rato. Pega o do computador. Sabe-lha, mas também esse teve a bolinha sumiçadela. O bira-sil entrando na mira da influ-mática.

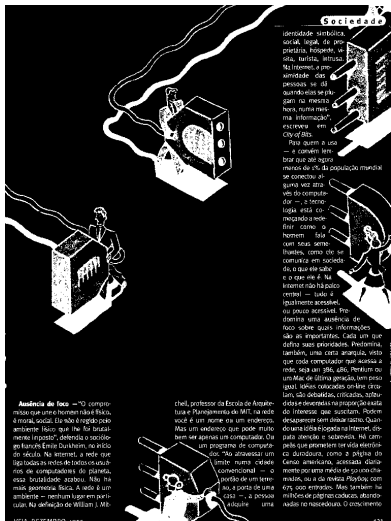
Input

Test output



Input

Expected output



Ausência de foco — "O computador que une o homem não é físico, é moral, social. Ele não é ligado pelo ambiente físico, que lhe faz brutalmente imposto", defende o sociólogo francês Emile Durkheim, no início do século. Na Internet, a rede que liga todas as redes de todos os usuários de computadores do planeta, essa brutalidade acabou. Não há mais geometria física. A rede é um ambiente — nenhum lugar em particular. Na definição de William F. Mitchell,

professor da Escola de Arquitetura e Planejamento da MIT, "a rede não é um nome ou um endereço. Mas um endereço que pode muito bem ser apenas um computador. Ou um programa de computadores... No momento, não existe limite num endereço convencional — o endereço de um telefone, a porta de uma casa —, a pessoa adquire uma

identidade simbólica, social, legal, de propriedade, hipótese, virtual, turística, intrusa. Na Internet, a proximidade das pessoas se dá quando elas se ligam no mesmo hora, numa mesma informação", escreve em City of Bits.

Para quem a rede é convertida, lembra que até agora menos de 2% da população mundial se conectou àquela vez através do computador — a tecnologia está começando a definir como o homem fala com seus semelhantes, como ele se comunica em sociedade, o que ele sabe e o que ele é. Na Internet, não há palco central — tudo é igualmente acessível, ou pouco acessível. Predomina uma ausência de foco sobre quais informações são as importantes. Cada um que define suas prioridades. Predomina, também, uma certa anarquia, visto que cada computador pode acessar a rede, seja um 386, 486, Pentium ou um Mac de última geração, tem o mesmo valor. Qualquer conexão online, seja local, são debatidas, criticadas, atribuídas e deserdadas na proporção exata do interesse que suscitam. Podem desaparecer sem deixar vestígios. Quando uma ideia é posta na Internet, disputa atenção e sobrevivência. Há campela que permitem ter vida eletrônica duradoura, como a página do Censo americano, acessada diariamente por uma média de 50 milhões de usuários, ou a rede de jogos PlayBoy, com milhões de páginas codificadas, abandonadas no nascedouro. O crescimento

Sociedade

123

identidade simbólica, social, legal, de propriedade, hipótese, virtual, turística, intrusa. Na Internet, a proximidade das pessoas se dá quando elas se ligam no mesmo hora, numa mesma informação", escreve em City of Bits.

Para quem a rede é convertida, lembra que até agora menos de 2% da população mundial se conectou àquela vez através do computador — a tecnologia está começando a definir como o homem fala com seus semelhantes, como ele se comunica em sociedade, o que ele sabe e o que ele é. Na Internet, não há palco central — tudo é igualmente acessível, ou pouco acessível. Predomina uma ausência de foco sobre quais informações são as importantes. Cada um que define suas prioridades. Predomina, também, uma certa anarquia, visto que cada computador pode acessar a rede, seja um 386, 486, Pentium ou um Mac de última geração, tem o mesmo valor. Qualquer conexão online, seja local, são debatidas, criticadas, atribuídas e deserdadas na proporção exata do interesse que suscitam. Podem desaparecer sem deixar vestígios. Quando uma ideia é posta na Internet, disputa atenção e sobrevivência. Há campela que permitem ter vida eletrônica duradoura, como a página do Censo americano, acessada diariamente por uma média de 50 milhões de usuários, ou a rede de jogos PlayBoy, com milhões de páginas codificadas, abandonadas no nascedouro. O crescimento

"Cada um fala" — "O computador que une o homem não é físico, é moral, social. Ele não é ligado pelo ambiente físico, que lhe faz brutalmente imposto", defende o sociólogo francês Emile Durkheim, no início do século. Na Internet, a rede que liga todas as redes de todos os usuários de computadores do planeta, essa brutalidade acabou. Não há mais geometria física. A rede é um ambiente — nenhum lugar em particular. Na definição de William F. Mitchell,

professor da Escola de Arquitetura e Planejamento da MIT, "a rede não é um nome ou um endereço. Mas um endereço que pode muito bem ser apenas um computador. Ou um programa de computadores... No momento, não existe limite num endereço convencional — o endereço de um telefone, a porta de uma casa —, a pessoa adquire uma

Input

Test output

an den Ausschlägen des kleinen Pendelchens, daß jetzt die andere Stimmgabel schwingt. Es ist Resonanz eingetreten. Offenbar hat die Luft die Schwingungen der einen Gabel auf die andere übertragen. Daß so etwas möglich ist, soll uns ein weiterer Versuch mit ganz langsamen Schwingungen zeigen:

Ein 2 kg-Wägestück wird an einem etwa 2 m langen Faden aufgehängt. Dann blasen wir einmal kräftig dagegen. Der Erfolg ist eine kaum wahrnehmbare Pendelschwingung. Wir können sie aber leicht zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln, wenn wir noch ein paar Mal gegen das Pendel blasen. Voraussetzung dafür ist, daß dies immer in der Eigenfrequenz der Pendelschwingung im richtigen Augenblick geschieht (Abb. 143.1).

Bei dem Versuch mit den beiden Resonanzstimmgabeln waren die Meinen Luftböde, die die erste Gabel verursachte, imstande, die zweite zu kräftigen Schwingungen aufzuschaukeln. Beide Gabeln hatten die gleiche Eigenfrequenz, deshalb erfolgten die Luftböde immer im richtigen Augenblick.

Ein weiterer Versuch zeigt, daß auch bei den Resonanzstimmgabeln die anregende und die angeregte Frequenz gleich sein müssen, wenn Resonanz eintreten soll:

Wir erniedrigen die Frequenz einer der Gabeln durch ein kleines Zusatzkörperchen, das wir an ihre Zinken klemmen. Wiederholen wir jetzt den Versuch 14, so finden wir keine Resonanz mehr.

Erfährt ein schwingungsfähiger Körper aufeinanderfolgend kleine Stöße in seiner Eigenfrequenz, so wird er zu kräftigen Schwingungen angeregt: es tritt Resonanz ein.

Eine praktische Anwendung findet die Resonanz beim Bau von Frequenzmessern. Solche Geräte besitzen viele Stahlfedern verschiedener Länge. Die zu messende Frequenz regt die Zunge zum Schwingen an, deren Eigenfrequenz mit ihr übereinstimmt (s. Abb. 143.2).

Manche Teile einer Maschine oder eines Autos sind schwingungsfähige Gebilde. Fällt die Drehzahl des Motors mit der Eigenfrequenz eines solchen Teils zusammen, so erzeugt er Resonanzschwingungen. Derartige Schwingungen können so stark werden, daß sie zu Zerstörungen führen. Auf Drehzahlmessern werden die Bereiche solcher kritischen Drehzahlen durch rote Sektoren gekennzeichnet: auf ihnen soll der Zeiger des Instruments nicht lange verweilen.



143.1 Luftböde bringen das schwere Pendel zum Schwingen



143.2 Frequenzmesser. Der halb durchsichtig erscheinende Deckel läßt die Stahlfedern erkennen, die durch Beschleunigen mit 1 Zickeln am oberen Ende auf die richtige Eigenfrequenz gebracht sind. Die Zunge mit 1400 Hz schwingt in Resonanz

an den Ausschlägen des kleinen Pendelchens, daß jetzt die andere Stimmgabel schwingt. Es ist Resonanz eingetreten. Offenbar hat die Luft die Schwingungen der einen Gabel auf die andere übertragen. Daß so etwas möglich ist, soll uns ein weiterer Versuch mit ganz langsamen Schwingungen zeigen:

Ein 2 kg-Wägestück wird an einem etwa 2 m langen Faden aufgehängt. Dann blasen wir einmal kräftig dagegen. Der Erfolg ist eine kaum wahrnehmbare Pendelschwingung. Wir können sie aber leicht zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln, wenn wir noch ein paar Mal gegen das Pendel blasen. Voraussetzung dafür ist, daß dies immer in der Eigenfrequenz der Pendelschwingung im richtigen Augenblick geschieht (Abb. 143.1).

Bei dem Versuch mit den beiden Resonanzstimmgabeln waren die Meinen Luftböde, die die erste Gabel verursachte, imstande, die zweite zu kräftigen Schwingungen aufzuschaukeln. Beide Gabeln hatten die gleiche Eigenfrequenz, deshalb erfolgten die Luftböde immer im richtigen Augenblick.

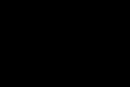
Ein weiterer Versuch zeigt, daß auch bei den Resonanzstimmgabeln die anregende und die angeregte Frequenz gleich sein müssen, wenn Resonanz eintreten soll:

Wir erniedrigen die Frequenz einer der Gabeln durch ein kleines Zusatzkörperchen, das wir an ihre Zinken klemmen. Wiederholen wir jetzt den Versuch 14, so finden wir keine Resonanz mehr.

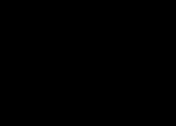
Erfährt ein schwingungsfähiger Körper aufeinanderfolgend kleine Stöße in seiner Eigenfrequenz, so wird er zu kräftigen Schwingungen angeregt: es tritt Resonanz ein.

Eine praktische Anwendung findet die Resonanz beim Bau von Frequenzmessern. Solche Geräte besitzen viele Stahlfedern verschiedener Länge. Die zu messende Frequenz regt die Zunge zum Schwingen an, deren Eigenfrequenz mit ihr übereinstimmt (s. Abb. 143.2).

Manche Teile einer Maschine oder eines Autos sind schwingungsfähige Gebilde. Fällt die Drehzahl des Motors mit der Eigenfrequenz eines solchen Teils zusammen, so erzeugt er Resonanzschwingungen. Derartige Schwingungen können so stark werden, daß sie zu Zerstörungen führen. Auf Drehzahlmessern werden die Bereiche solcher kritischen Drehzahlen durch rote Sektoren gekennzeichnet: auf ihnen soll der Zeiger des Instruments nicht lange verweilen.



143.1 Luftböde bringen das schwere Pendel zum Schwingen



143.2 Frequenzmesser. Der halb durchsichtig erscheinende Deckel läßt die Stahlfedern erkennen, die durch Beschleunigen mit 1 Zickeln am oberen Ende auf die richtige Eigenfrequenz gebracht sind. Die Zunge mit 1400 Hz schwingt in Resonanz

Input

Expected output

an den Ausschlägen des kleinen Pendelchens, daß jetzt die andere Stimmgabel schwingt. Es ist Resonanz eingetreten. Offenbar hat die Luft die Schwingungen der einen Gabel auf die andere übertragen. Daß so etwas möglich ist, soll uns ein weiterer Versuch mit ganz langsamen Schwingungen zeigen:

Ein 2 kg-Wägestück wird an einem etwa 2 m langen Faden aufgehängt. Dann blasen wir einmal kräftig dagegen. Der Erfolg ist eine kaum wahrnehmbare Pendelschwingung. Wir können sie aber leicht zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln, wenn wir noch ein paar Mal gegen das Pendel blasen. Voraussetzung dafür ist, daß dies immer in der Eigenfrequenz der Pendelschwingung im richtigen Augenblick geschieht (Abb. 143.1).

Bei dem Versuch mit den beiden Resonanzstimmgabeln waren die Meinen Luftböde, die die erste Gabel verursachte, inständig, die zweite zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln. Beide Gabeln hatten die gleiche Eigenfrequenz, deshalb erfolgten die Luftböde immer im richtigen Augenblick.

Ein weiterer Versuch zeigt, daß auch bei den Resonanzstimmgabeln die anregende und die angeregte Frequenz gleich sein müssen, wenn Resonanz eintreten soll:

Wir erniedrigen die Frequenz einer der Gabeln durch ein kleines Zusatzkörperchen, das wir an ihre Zinken klemmen. Wiederholen wir jetzt den Versuch 14, so finden wir keine Resonanz mehr.

Erfährt ein schwingungsfähiger Körper aufeinanderfolgend kleine Stöße in seiner Eigenfrequenz, so wird er zu kräftigen Schwingungen angeregt: es tritt Resonanz ein.

Eine praktische Anwendung findet die Resonanz beim Bau von Frequenzmessern. Solche Geräte besitzen viele Stahlfedern verschiedener Länge. Die zu messende Frequenz regt die Zunge zum Schwingen an, deren Eigenfrequenz mit ihr übereinstimmt (s. Abb. 143.2).

Manche Teile einer Maschine oder eines Autos sind schwingungsfähige Gebilde. Fällt die Drehzahl des Motors mit der Eigenfrequenz eines solchen Teils zusammen, so erzeugt er Resonanzschwingungen. Derartige Schwingungen können so stark werden, daß sie zu Zerstörungen führen. Auf Drehzahlmessern werden die Bereiche solcher kritischen Drehzahlen durch rote Sektoren gekennzeichnet: auf ihnen soll der Zeiger des Instruments nicht lange verweilen.



143.1 Luftböde bringen das schwere Pendel zum Schwingen



143.2 Frequenzmesser. Der halb durchsichtig erscheinende Deckel läßt die Stahlfedern erkennen, die durch Beschwenken mit 1 Zöllen am oberen Ende auf die richtige Eigenfrequenz gebracht sind. Die Zunge mit 1400 Hz schwingt in Resonanz

an den Ausschlägen des kleinen Pendelchens, daß jetzt die andere Stimmgabel schwingt. Es ist Resonanz eingetreten. Offenbar hat die Luft die Schwingungen der einen Gabel auf die andere übertragen. Daß so etwas möglich ist, soll uns ein weiterer Versuch mit ganz langsamen Schwingungen zeigen:

Ein 2 kg-Wägestück wird an einem etwa 2 m langen Faden aufgehängt. Dann blasen wir einmal kräftig dagegen. Der Erfolg ist eine kaum wahrnehmbare Pendelschwingung. Wir können sie aber leicht zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln, wenn wir noch ein paar Mal gegen das Pendel blasen. Voraussetzung dafür ist, daß dies immer in der Eigenfrequenz der Pendelschwingung im richtigen Augenblick geschieht (Abb. 143.1).

Bei dem Versuch mit den beiden Resonanzstimmgabeln waren die Meinen Luftböde, die die erste Gabel verursachte, inständig, die zweite zu kräftigen Schwingungen aufschaukeln. Beide Gabeln hatten die gleiche Eigenfrequenz, deshalb erfolgten die Luftböde immer im richtigen Augenblick.

Ein weiterer Versuch zeigt, daß auch bei den Resonanzstimmgabeln die anregende und die angeregte Frequenz gleich sein müssen, wenn Resonanz eintreten soll:

Wir erniedrigen die Frequenz einer der Gabeln durch ein kleines Zusatzkörperchen, das wir an ihre Zinken klemmen. Wiederholen wir jetzt den Versuch 14, so finden wir keine Resonanz mehr.

Erfährt ein schwingungsfähiger Körper aufeinanderfolgend kleine Stöße in seiner Eigenfrequenz, so wird er zu kräftigen Schwingungen angeregt: es tritt Resonanz ein.

Eine praktische Anwendung findet die Resonanz beim Bau von Frequenzmessern. Solche Geräte besitzen viele Stahlfedern verschiedener Länge. Die zu messende Frequenz regt die Zunge zum Schwingen an, deren Eigenfrequenz mit ihr übereinstimmt (s. Abb. 143.2).

Manche Teile einer Maschine oder eines Autos sind schwingungsfähige Gebilde. Fällt die Drehzahl des Motors mit der Eigenfrequenz eines solchen Teils zusammen, so erzeugt er Resonanzschwingungen. Derartige Schwingungen können so stark werden, daß sie zu Zerstörungen führen. Auf Drehzahlmessern werden die Bereiche solcher kritischen Drehzahlen durch rote Sektoren gekennzeichnet: auf ihnen soll der Zeiger des Instruments nicht lange verweilen.

143.1 Luftböde bringen das schwere Pendel zum Schwingen

143.2 Frequenzmesser. Der halb durchsichtig erscheinende Deckel läßt die Stahlfedern erkennen, die durch Beschwenken mit 1 Zöllen am oberen Ende auf die richtige Eigenfrequenz gebracht sind. Die Zunge mit 1400 Hz schwingt in Resonanz

Input

Test output

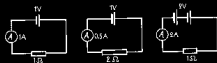
Wenn zwischen den Enden eines Leiters die Spannung U liegt und in ihm Strom der Stärke I fließt, berechnet man den Widerstand R des Leiters nach

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{Definition des Widerstands}). \quad (268.1)$$

Die Einheit des Widerstandes ist 1 Ohm (Ω) = 1 Volt/Ampere.

3. G. S. Ohm untersuchte auch, wie sich der Widerstand eines Drahtes beim Erwärmen ändert:

Erhitzte mit dem Bunsenbrenner eine Wendel aus dünnem Eisendraht, die nach Abb. 268.3 in einem Stromkreis liegt. Die Stromstärke I sinkt erheblich, obwohl die Spannung U konstant bleibt. Nach $R = U/I$ steigt also beim Erwärmen der Widerstand des Eisens an (Abb. 268.4). Konstanten behält nach Abb. 268.4 beim Erhitzen konstanten Widerstand. Deshalb blieb in V.76 der Widerstand trotz der Erwärmung des Konstantendrahtes durch den Strom konstant. Aus dem gleichen Grund benötigt man diese und ähnliche Legierungen in Meßgeräten. Bei Kohle sinkt beim Erwärmen der Widerstand.



268.3 Stimmt die Angaben?

Mit nach V.76 das Widerstand einer Glühlampe bei sehr kleiner Stromstärke. Auf welchen Wert steigt er bei normaler Belastung infolge der Erwärmung?

Der Widerstand von Metallen nimmt im allgemeinen beim Erwärmen zu.

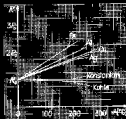
Stellt man durch Versuch den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur fest, so kann man nachher aus dem gemessenen Widerstand auf die Temperatur schließen. Diese Widerstandsthermometer gestalten auf elektrischem Wege, Temperaturen an entfernten oder schwer zugänglichen Orten sowie bei großer Hitze zu messen (Flugzeugmotoren, Öfen). Siehe auch § 112.



268.4 Georg Simon Ohm wurde 1786 in Erlangen geboren, war Gymnasiallehrer in Köln (wo er um 1808 das nach ihm benannte Gesetz fand), Direktor der Polytechnischen Schule in Nürnberg und Professor in München, wo er 1854 starb. Er untersuchte auch die Oberleitung von Blitzen (Bild aus dem Deutschen Museum, München).



268.3 Beim Erwärmen steigt der Widerstand des Metalls



268.4 Temperaturabhängigkeit von Widerständen

Wenn zwischen den Enden eines Leiters die Spannung U liegt und in ihm Strom der Stärke I fließt, berechnet man den Widerstand R des Leiters nach

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{Definition des Widerstands}). \quad (268.1)$$

Die Einheit des Widerstandes ist 1 Ohm (Ω) = 1 Volt/Ampere.

3. G. S. Ohm untersuchte auch, wie sich der Widerstand eines Drahtes beim Erwärmen ändert:

Erhitzte mit dem Bunsenbrenner eine Wendel aus dünnem Eisendraht, die nach Abb. 268.3 in einem Stromkreis liegt. Die Stromstärke I sinkt erheblich, obwohl die Spannung U konstant bleibt. Nach $R = U/I$ steigt also beim Erwärmen der Widerstand des Eisens an (Abb. 268.4). Konstanten behält nach Abb. 268.4 beim Erhitzen konstanten Widerstand. Deshalb blieb in V.76 der Widerstand trotz der Erwärmung des Konstantendrahtes durch den Strom konstant. Aus dem gleichen Grund benötigt man diese und ähnliche Legierungen in Meßgeräten. Bei Kohle sinkt beim Erwärmen der Widerstand.

268.4 Georg Simon Ohm wurde 1786 in Erlangen geboren, war Gymnasiallehrer in Köln (wo er um 1808 das nach ihm benannte Gesetz fand), Direktor der Polytechnischen Schule in Nürnberg und Professor in München, wo er 1854 starb. Er untersuchte auch die Oberleitung von Blitzen (Bild aus dem Deutschen Museum, München).

268.3 Stimmt die Angaben?

Mit nach V.76 das Widerstand einer Glühlampe bei sehr kleiner Stromstärke. Auf welchen Wert steigt er bei normaler Belastung infolge der Erwärmung?

Der Widerstand von Metallen nimmt im allgemeinen beim Erwärmen zu.

Stellt man durch Versuch den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur fest, so kann man nachher aus dem gemessenen Widerstand auf die Temperatur schließen. Diese Widerstandsthermometer gestalten auf elektrischem Wege, Temperaturen an entfernten oder schwer zugänglichen Orten sowie bei großer Hitze zu messen (Flugzeugmotoren, Öfen). Siehe auch § 112.

268.4 Temperaturabhängigkeit von Widerständen

Input

Expected output

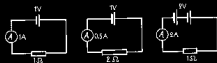
Wenn zwischen den Enden eines Leiters die Spannung U liegt und in ihm Strom der Stärke I fließt, berechnet man den Widerstand R des Leiters nach

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{Definition des Widerstandes}). \quad (268.1)$$

Die Einheit des Widerstandes ist 1 Ohm (Ω) = 1 Volt/Ampere.

3. G. S. Ohm untersuchte auch, wie sich der Widerstand eines Drahtes beim Erwärmen ändert:

Erhitzte mit dem Bunsenbrenner eine Wendel aus dünnem Eisendraht, die nach Abb. 268.3 in einem Stromkreis liegt. Die Stromstärke I sinkt erheblich, obwohl die Spannung U konstant bleibt. Nach $R = U/I$ steigt also beim Erwärmen der Widerstand des Eisens an (Abb. 268.4). Konstanten behält nach Abb. 268.4 beim Erhitzen konstanten Widerstand. Deshalb blieb in V.76 der Widerstand trotz der Erwärmung des Konstantendrahtes durch den Strom konstant. Aus dem gleichen Grund benötigt man diese und ähnliche Legierungen in Meßgeräten. Bei Kohle sinkt beim Erwärmen der Widerstand.



268.3 Stimmen die Angaben?

Mit nach V.76 das Widerstand einer Glühlampe bei sehr kleiner Stromstärke. Auf welchen Wert steigt er bei normaler Belastung infolge der Erwärmung?

Der Widerstand von Metallen nimmt im allgemeinen beim Erwärmen zu.

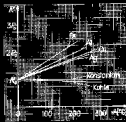
Stellt man durch Versuch den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur fest, so kann man nachher aus dem gemessenen Widerstand auf die Temperatur schließen. Diese Widerstandsthermometer gestalten auf elektrischem Wege, Temperaturen an entfernten oder schwer zugänglichen Orten sowie bei großer Hitze zu messen (Flugzeugmotoren, Öfen). Siehe auch §.112.



268.4 Georg Simon Ohm wurde 1786 in Erlangen geboren, war Gymnasiallehrer in Aachen (wo er um 1806 das nach ihm benannte Gesetz fand), Direktor der Polytechnischen Schule in Nürnberg und Professor in München, wo er 1854 starb. Er untersuchte auch die Oberleitung von Blitzen (Bild aus dem Deutsches Museum, München).



268.3 Beim Erwärmen steigt der Widerstand des Metalls



268.4 Temperaturabhängigkeit von Widerständen

Wenn zwischen den Enden eines Leiters die Spannung U liegt und in ihm Strom der Stärke I fließt, berechnet man den Widerstand R des Leiters nach

$$R = \frac{U}{I} \quad (\text{Definition des Widerstandes}). \quad (268.1)$$

Die Einheit des Widerstandes ist 1 Ohm (Ω) = 1 Volt/Ampere.

3. G. S. Ohm untersuchte auch, wie sich der Widerstand eines Drahtes beim Erwärmen ändert:

Erhitzte mit dem Bunsenbrenner eine Wendel aus dünnem Eisendraht, die nach Abb. 268.3 in einem Stromkreis liegt. Die Stromstärke I sinkt erheblich, obwohl die Spannung U konstant bleibt. Nach $R = U/I$ steigt also beim Erwärmen der Widerstand des Eisens an (Abb. 268.4). Konstanten behält nach Abb. 268.4 beim Erhitzen konstanten Widerstand. Deshalb blieb in V.76 der Widerstand trotz der Erwärmung des Konstantendrahtes durch den Strom konstant. Aus dem gleichen Grund benötigt man diese und ähnliche Legierungen in Meßgeräten. Bei Kohle sinkt beim Erwärmen der Widerstand.

268.4 Georg Simon Ohm wurde 1786 in Erlangen geboren, war Gymnasiallehrer in Aachen (wo er um 1806 das nach ihm benannte Gesetz fand), Direktor der Polytechnischen Schule in Nürnberg und Professor in München, wo er 1854 starb. Er untersuchte auch die Oberleitung von Blitzen (Bild aus dem Deutsches Museum, München).

268.3 Stimmen die Angaben?

Mit nach V.76 das Widerstand einer Glühlampe bei sehr kleiner Stromstärke. Auf welchen Wert steigt er bei normaler Belastung infolge der Erwärmung?

Der Widerstand von Metallen nimmt im allgemeinen beim Erwärmen zu.

Stellt man durch Versuch den Zusammenhang zwischen Widerstand und Temperatur fest, so kann man nachher aus dem gemessenen Widerstand auf die Temperatur schließen. Diese Widerstandsthermometer gestalten auf elektrischem Wege, Temperaturen an entfernten oder schwer zugänglichen Orten sowie bei großer Hitze zu messen (Flugzeugmotoren, Öfen). Siehe auch §.112.

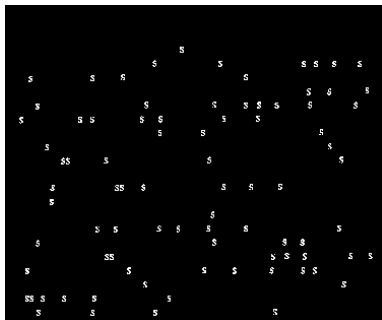
268.4 Temperaturabhängigkeit von Widerständen

Input

Test output

paixão ainda num grau mais elevado do que a que foi adotado como diretriz consciente de sua vida e dos seus desejos orientados no sentido do objeto. Este último, quer dizer, o extrovertido, procura abrir caminho por todos os lados, mas acabará por constatar que são os seus pensamentos e sentimentos subjetivos os que lhe saem sempre ao caminho, para o perturbarem. Está mais influenciado pelo seu mundo psíquico interior do que imagina. O próprio não se apercebe disso, mas quem viver na sua intimidade e o observar com atenção, verificará que ele atua em obediência a um propósito. Por isso, sua norma básica será sempre formular para si próprio a pergunta: "O que é que verdadeiramente quero? Qual é minha intenção secreta?" O outro, o introvertido, com seus propósitos conscientes e premeditados, deixa sempre de ver aquilo que é visto por todos os que o cercam com excessiva clareza; quer dizer, os seus propósitos estão realmente a serviço de instintos fortes, mas sem intenção nem objetivo, e são em grande parte influenciados por esses instintos. Quem observar e julgar o extrovertido inclina-se a considerar o sentimento e o pensamento que ele

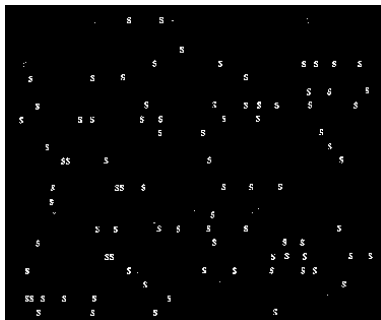
Input



Expected output

paixão ainda num grau mais elevado do que a que foi adotado como diretriz consciente de sua vida e dos seus desejos orientados no sentido do objeto. Este último, quer dizer, o extrovertido, procura abrir caminho por todos os lados, mas acabará por constatar que são os seus pensamentos e sentimentos subjetivos os que lhe saem sempre ao caminho, para o perturbarem. Está mais influenciado pelo seu mundo psíquico interior do que imagina. O próprio não se apercebe disso, mas quem viver na sua intimidade e o observar com atenção, verificará que ele atua em obediência a um propósito. Por isso, sua norma básica será sempre formular para si próprio a pergunta: "O que é que verdadeiramente quero? Qual é minha intenção secreta?" O outro, o introvertido, com seus propósitos conscientes e premeditados, deixa sempre de ver aquilo que é visto por todos os que o cercam com excessiva clareza; quer dizer, os seus propósitos estão realmente a serviço de instintos fortes, mas sem intenção nem objetivo, e são em grande parte influenciados por esses instintos. Quem observar e julgar o extrovertido inclina-se a considerar o sentimento e o pensamento que ele

Input



Test output

Mr. S. Clay Williams.

R. J. REYNOLDS TOBACCO CO.
Chemical Department

August 31, 1933

Subject: Fertilizer value of tobacco dusts and stems.

The following results show the percentages of Potassium as potash (K₂O) and Nitrogen as ammonia (NH₃) in our tobacco dusts and stems. These results are the averages of 10 tests of each sample collected during a period of two months from May 11, 1933 to July 11, 1933.

Sample	Aver. % Potash	Aver. % Ammonia
DUST - O.A. -----	3.20	1.73
" - Fan -----	2.37	1.04
" - No. 11 -----	1.18	1.61
" - Camel - Adt driers -----	1.04	1.89
" - " - Redressers -----	1.16	1.86
" - " - Hopper pan -----	1.16	1.41
" - " - Drawer -----	1.04	1.03
" - " - Leaf scrap - bk.rm. ---	0.87	1.16
" - " - Floor sweepings -----	1.93	1.56
STEMS - No. 8 -----	6.45	2.47
" - No. 13 -----	6.70	2.94

E. B. Hummel

58787 4932

5/7

Mr. S. Clay Williams.

R. J. REYNOLDS TOBACCO CO.
Chemical Department

August 31, 1933

Subject: Fertilizer value of tobacco dusts and stems.

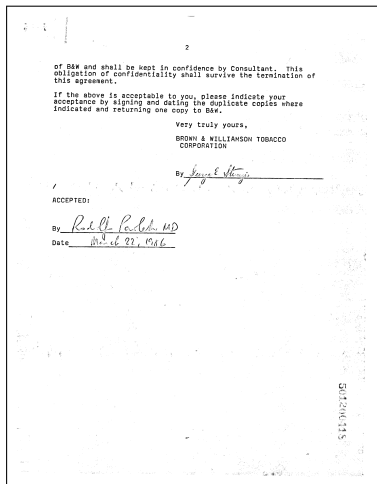
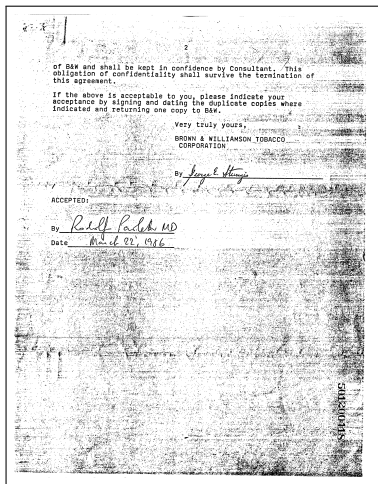
The following results show the percentages of Potassium as potash (K₂O) and Nitrogen as ammonia (NH₃) in our tobacco dusts and stems. These results are the averages of 10 tests of each sample collected during a period of two months from May 11, 1933 to July 11, 1933.

Sample	Aver. % Potash	Aver. % Ammonia
DUST - O.A. -----	3.20	1.73
" - Fan -----	2.37	1.04
" - No. 11 -----	1.18	1.61
" - Camel - Adt driers -----	1.04	1.89
" - " - Redressers -----	1.16	1.86
" - " - Hopper pan -----	1.16	1.41
" - " - Drawer -----	1.04	1.03
" - " - Leaf scrap - bk.rm. ---	0.87	1.16
" - " - Floor sweepings -----	1.93	1.56
STEMS - No. 8 -----	6.45	2.47
" - No. 13 -----	6.70	2.94

E. B. Hummel

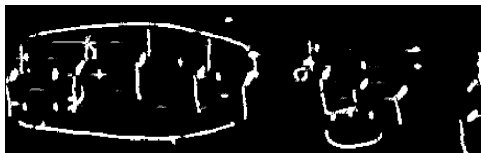
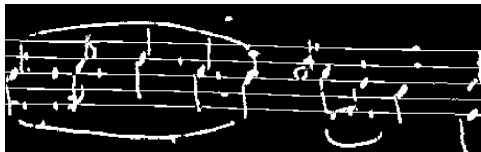
58787 4932

5/7



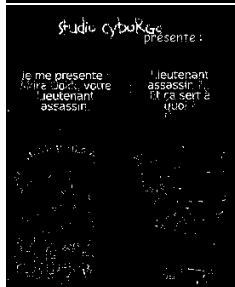
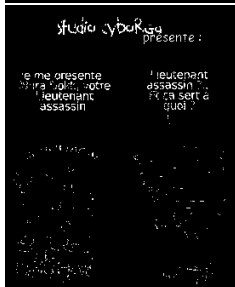
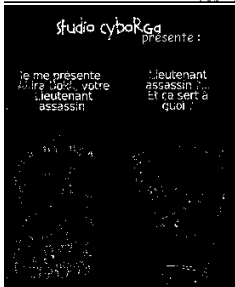
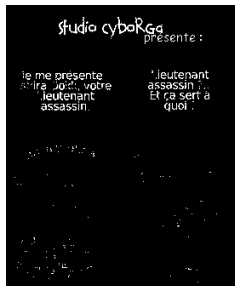
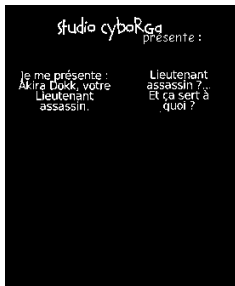
Handwritten musical scores

Staff line removal:



Synthetically generated musical scores





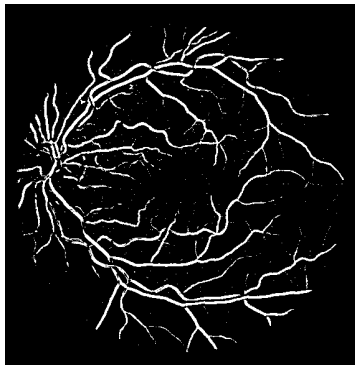


Image operator learning

- Pixel, connected component, super-pixel level classification
- Morphological / deep representation
- raw image, explicit feature extraction,
implicit feature extraction
- Applications in document image processing, vessel segmentation, music score image processing, ...

Image operator learning – TRIOSlib

trioslib

Search docs

Training WOperators

Feature Extraction methods implemented in TRIOSlib

Classifiers implemented in TRIOSlib

Publications using TRIOSlib

[Docs](#) » TRIOSlib documentation

[View page source](#)

TRIOSlib documentation

TRIOSlib is a library that contains implementations of state-of-the-art methods in Image Operator Learning. It has been used, in its many incarnations, in many research papers over the last 15 years. The current version (2.0) has had many parts rewritten and was redesigned to be flexible and to allow users to combine and extend each of its parts.

Developed in Cython, TRIOSlib is many times faster than equivalent pure Python code, while still being expressive and easy to use.

We do not have yet a research paper specifically on TRIOSlib, so if you use it in a paper, please cite

Montagner, I. S.; Hirata, R.; Hirata, N.S.T., "A Machine Learning Based Method for Staff Removal," Pattern Recognition (ICPR), 2014 22nd International Conference on.

- [Training WOperators](#)
 - [Defining a training set](#)
 - [Window determination](#)
 - [Choosing a Feature Extractor](#)
 - [Choosing a Classifier](#)
 - [Assembling everything using trios.WOperator](#)
 - [What next?](#)
- [Feature Extraction methods implemented in TRIOSlib](#)
- [Classifiers implemented in TRIOSlib](#)
- [Publications using TRIOSlib](#)

Next ➞

Image operator learning – TRIOSlib


Search docs

[Training WOperators](#)
[Feature Extraction methods implemented in TRIOSlib](#)
[Classifiers implemented in TRIOSlib](#)
[Publications using TRIOSlib](#)

[Docs](#) » TRIOSlib documentation [View page source](#)

TRIOSlib documentation

TRIOSlib is a library that contains implementations of state-of-the-art methods in Image Operator Learning. It has been used, in its many incarnations, in many research papers over the last 15 years. The current version (2.0) has had many parts rewritten and was redesigned to be flexible and to allow users to combine and extend each of its parts.

Developed in Cython, TRIOSlib is many times faster than equivalent pure Python code, while still being expressive and easy to use.

We do not have yet a research paper specifically on TRIOSlib, so if you use it in a paper, please cite

Montagner, I. S.; Hirata, R.; Hirata, N.S.T., "A Machine Learning Based Method for Staff Removal," Pattern Recognition (ICPR), 2014 22nd International Conference on.

Open software for image operator learning

<https://sourceforge.net/projects/trioslib>

Integrates with Numpy, Scipy, scikit-learn

Next ➞

What is happening now ...

Machine learning group

- started this year
- meeting once a week
- discussion of papers
- tutorial on ML libraries
- hands-on: Kaggle

INCT (National Institute for Science and Technology) of the Future Internet for Smart Cities

Undergrad students: have specialization option in data science

Data: images, videos, and signals

Astronomical images

Microscopic/holographic plankton images/videos

Document images

Handwriting

Medical images (retina, eye globe, tomography, brain ressonance)

Sensors (GPS, traffic surveillance video, twitter, ...)

Natural language processing

DCC – IME /USP

Image/vision group



J. Barrera



R. Cesar



R. Hirata



R. Hashimoto



C. Morimoto



P. Miranda



M. Jackowski



N. Hirata

BD

NLP

Image/vision

Machine learning

IA

Bioinformatics

Parallel processing

Computer music

eScience

Contact: nina@ime.usp.br