

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA
STASZICA

KRAKÓW

Symulator pożaru lasu

Autorzy:

Marcin JĘDRZEJCZYK

Sebastian KATSZER

Katarzyna KOSIAK

24 października 2015

Spis treści

1 Wstęp	1
Cele modelowania pożaru	1
Czynniki środowiskowe	2
Opis zagadnienia	2
Popularne modele	3
1.1 Rothermel(1972)	3
1.2 Rothermel(1991)	3
1.3 Van Wagner (1977)	4
1.4 Cruz(1999)	4
1.5 Cruz(2002)	4
2 Poniższego oprócz bibliografii nie potrzebujemy jeszcze na te konsultacje Za- stosowany model	4
Dane wejściowe	4
Cele symulacji	4
Cele symulacji2	4
Podsumowanie	4
3 Testy	5
4 Wnioski	5
5 Literatura	5

1 Wstęp

Niniejszy dokument stanowi opis zagadnienia symulowania pożarów lasów wraz z prezentacją symulatora rozprzestrzeniania się pożaru lasu.

Cele modelowania pożaru

Modelowanie pożaru polega na próbie odtworzenia zachowania się ognia i poznaniu jego parametrów w zadanej sytuacji - m.in. jego szybkość rozprzestrzeniania się, kierunek i ilość wydzielanego ciepła, estymację skutków pożaru. Na parametry te ma oczywiście wpływ ilość, rodzaj i dokładność dostarczonych danych wejściowych, z których najważniejszym jest rodzaj paliwa.

Istniejące modele paliwa definiują zestawy cech roślinności mających wpływ na ich palność. Najbardziej znane modele pożaru korzystają z głównych systemów klasyfikacji modeli paliwa takich jak dynamiczne modele Scotta i Burgana czy trzynaście "oryginalnych" modeli paliwa Andersona i Albiniego, które opisują roślinność w czasie pory suchej, kiedy to stopień zagrożenia pożarowego jest najwyższy. Zwiększa to trafność i przydatność symulacji pożarów podczas organizacji akcji pożarowych.

Czynniki środowiskowe

Na pożar lasu wpływ mają takie czynniki jak pogoda, charakterystyka paliwa i topografia terenu. Pogoda wpływa na ogień poprzez wiatr i wilgotność.

Podejścia do modelowania pożaru

Od powstania pierwszych modeli pożarów w latach czterdziestych XX wieku minęło wiele czasu, w ciągu którego zaprezentowano kolejne - zróżnicowane pod względem wymaganych danych wejściowych, znaczących czynników i stopnia rozbudowania - modele.

Problemem związanym z modelowaniem tak skomplikowanego zjawiska jak ogień jest rosnąca wraz z ilością branych pod uwagę czynników liczba koniecznych do wykonania obliczeń, a co za tym idzie - potrzeba coraz większej mocy obliczeniowej. W związku z tym w istniejących modelach zastosowano różne uproszczenia, często poświęcając mniej znaczące czynniki na rzecz przyspieszenia obliczeń.

Modele pożaru można podzielić na trzy grupy: empiryczne, semi-empiryczne i oparte na fizyce.

Modele empiryczne

- Kanadyjski
- Australijski

Modele semi-empiryczne

- Automat komórkowy
- Rothermel
 - BEHAVE
 - SPREAD
 - FARSITE

Modele oparte na fizyce

- Modelowanie ognia koron
- Pełne fizyczne i multifazowe podejście

Popularne/najważniejsze?/przykładowe modele

Farasite i Prometheus używają zależności semi-empirycznych, a także ziemia-korony. Wykorzystują ponadto zasadę rozchodzenia się fal Huygensa.

Farasite i aplikacje BEHAVE deomonstrują wielką użyteczność w terenie, dzięki swojej zdolności do oszacowywania zachowań ognia w czasie rzeczywistym.

Modele skomplikowane testują i pokazują jak prawdopodobnie zachowałby się ogień w różnych scenariusza. Jednak z powodu potrzeby dużej ilości danych wejściowych i czasu symulacji stosuje się je częściej w badaniu niż w terenie.

W terenie używa się modeli, które symulują szybciej, by pozostawić okno czasowe na podjęcie decyzji jak się zachować.

TODO

1.1 Rothermel(1972)

Pierwszy matematyczny model dla symulacji "wildfires" został opublikowany 1972 przez Rothermela (??i jego zespół ??and several other people who were not named Rothermel). Jego zapis znajduje się poniżej. For each fuel particle, the spread rate to other particles is given by:

$$R = \frac{(I_P)_0(1 + \phi_W + \phi_S)}{b\epsilon Q_{ig}}$$

where

R prawie stałe tempo rozprzestrzeniania się stanu m /minute

$(I_P)_0$ stosunek propagacji przepływu bez wiatru ?? kJ / m² / minute

ρ_b przesusznoa masa na gęstość ?? kg / m³

ϵ efektywna liczba ogrzewania

Q_{ig} ciepło przedzapłonu ?? kJ / kg

ϕ_w współczynnik wiatru

ϕ_s współczynnik nachylenia

1.2 Rothermel(1991)

Crown fire rate of spread

$$R_{active} = 3.34(R_{10})_{40\%}$$

R_{active} the crown fire rate of spread

R_{10} surface fire rate of spread using the fuel characteristics for fuel model 10 and a midflame wind speed set at 40% the 6.1-m windspeed

1.3 Van Wagner (1977)

Crown Fire Initiation Model

$$I_{initiation} = \left(\frac{CBH(460 + 25.9FMC)}{100} \right) \left(\frac{3}{2} \right)$$

$I_{initiation}$ = surface fire line intensity required for fire transition Wejściowe zmienne:

CBH- Canopy base height

FMC- Foliar moisture content

1.4 Cruz(1999)

$$g(x) = \beta_0 + \beta_1 U_{10} + \beta_2 FSG + \sum_{a=1}^{k_j-1} \beta_{ju} D_{ju} + \beta_5 EFFM$$

EFFM- estimated fine fuel moisture content (% oven dry mass basis)

U_{10} - open wind speed β_1, \dots, β_4 - regression coefficients

1.5 Cruz(2002)

Crown fire spread model

$$CROS_A = \beta_1 U_1^{\beta_2} \times CBD^{\beta_3} \times e^{-\beta_4 EFFM}$$

EFFM estimated fine fuel moisture content (% oven dry mass basis)

CBD canopy bulk density

U_{10} - open wind speed β_1, \dots, β_4 - regression coefficients

wspomnieć o tym z czego korzystają te systemy firecostam i behaveplus

2 Poniższego oprócz bibliografii nie potrzebujemy jeszcze na te konsultacje Zastosowany model

sds

Dane wejściowe

dsd

Cele symulacji

xcx

Cele symulacji2

xcx

f fancy function podtytuł

Podsumowanie

3 Testy

sd

4 Wnioski

sdsd

5 Literatura

Asensio MI, Ferragut L., Simon J.: Modelling of convective phenomena in forest fire. Rev Real Academia de Ciencias, 2002, 96:299–313

Chad Hoffman: Fire Behavior Predictions Case Study, University of Idaho, 2007

Kułakowski Krzysztof: Automaty Komórkowe, OEN AGH (2000)

Law A.M., Kelton W.D.: Simulation Modeling and Analysis, Second Edition, McGraw-Hill 2000

Ottmar Roger D. et al.: An Overview of the Fuel Characteristic Classification System - Quantifying, Classifying, and Creating Fuel beds for Resource Planning. Canadian Journal of Forestry Research. 37:2383-2393. 2007

Rothermel Richard C.: A Mathematical Model for Predicting Fire Spread in Wildland Fuels. USDA Forest Service. Research Paper INT-115. 1972.

Sayama Hiroki: Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems, Open SUNY Textbooks, State University of New York at Geneseo, 2015

Scott Joe H., Burgan Robert E.: Standard Fire Behavior Fuel Models, USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-153., June 2005

Weise David R., Biging Gregory S.: A Qualitative Comparison of Fire Spread Models Incorporating Wind and Slope Effects, Research Gate, October 2015

Wells Gail: The Rothermel Fire-Spread Study: Still Running Like a Champ, Fire Science Direct, Issue 2, March 2008