Archive of SID

کاربرد بینایی ماشین در ماهیان

عمرانی فرد، ح.[1,*]؛ مصلحی رودی، س.[1]

[1]مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
Email: hesam.omranifard@stu.um.ac.ir

بینایی ماشین روشی سریع، اقتصادی و کاربردی برای نظارت و ارزیابی است. این روش غیر مخرب بوده و می‌تواند در صنعت تولید و پرورش ماهی استفاده شود. بینایی ماشین پتانسیل بالایی در طبقه‌بندی خودکار ماهی‌ها بر اساس گونه، ابعاد و ویژگی‌های ظاهری آن‌ها دارد. در این مطالعه طریقه استفاده از این سیستم در ماهیان و همچنین اجزای لازم برای سیستم بینایی ماشین در کنار برخی مزیت‌ها و محدودیت‌های آن بررسی‌شده است. مطالعات انجام‌شده نشان داد که از بینایی ماشین می‌توان برای اهداف مختلفی ازجمله: سنجش اجزای سازنده، اندازه‌گیری و ارزیابی ابعاد، حجم و شمارش ماهیان، سنجش پارامترهای شکلی ماهی، کمی‌سازی بخش خارجی یا رنگ گوشت و همچنین شناسایی عیوب در خلال ارزیابی کیفیت ماهیان استفاده کرد.

کلمات کلیدی: ارزیابی کیفی، بینایی ماشین، پردازش تصویر، طیف‌سنجی، ماهیان.

مقدمه:

خواص ظاهری یکی از مهم‌ترین پارامترهای کیفی مواد غذایی و بخصوص ماهیان است. نیاز به ارزیابی کیفیت و تأمین انتظارات مشتری با توجه به حجم بالای تولید ماهی و نیاز به روشی سریع و مؤثر برای فرآوری و ارزیابی کیفیت آن‌ها، توجه به علم بینایی ماشین را بیش‌ازپیش موردتوجه محققین قرار داده است. در سامانه‌های بینایی ماشین عملیات ارزیابی به‌صورت خودکار و از طریق دوربین و سیستم‌های کامپیوتری انجام می‌شود (۱). در این سیستم‌ها خصوصیات موردمطالعه از طریق پردازش‌های کامپیوتری روی تصاویر گرفته‌شده و یا روش‌های مختلف طیف‌سنجی (مرئی، مادون‌قرمز، چند طیفی و ابر طیفی) و گرما نگاری، استخراج‌شده و به‌عنوان عامل تصمیم‌گیری سامانه استفاده شود.

شیوه عمل در سیستم‌های بینایی ماشین:

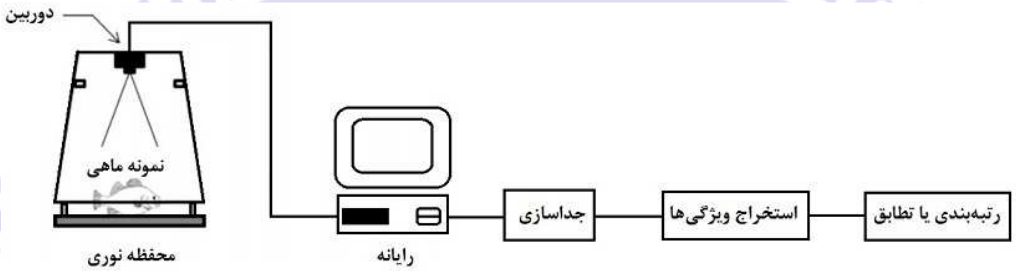
در فناوری بینایی ماشین کار ارزیابی تصویری محصول بر اساس درک الکترونیکی و ارزیابی بر روی تصویری مناسب از محصول انجام می‌شود و شیوه عمل در آن شبیه به بینایی انسان است (۲). این سیستم‌ها بر اساس گرفتن عکس از یک شیء، پردازش تصویر گرفته‌شده به‌منظور استخراج پارامترهای موردنظر، مقایسه‌ی این پارامترها با معیارهای از پیش تعیین‌شده برای بازرسی و درنهایت کمک به گرفتن تصمیمات مناسب یا فرمان‌های راهگشا برای رسیدن به هدف موردنظر است. یکی از مزیت‌های فناوری بینایی ماشین، طبیعت غیر مخرب آن است (۳). پردازش و تحلیل تصاویر، هسته مرکزی در فناوری بینایی ماشین محسوب می‌شود که از طریق الگوریتم‌های متعدد و روش‌های موجود برای اندازه‌گیری و دسته‌بندی، ارزیابی محصول انجام می‌شود (۴). معمولاً ترکیبی از روش‌های مربوط به پردازش تصاویر و ابزارهای یادگیری ماشین و آمار در این سامانه‌ها استفاده می‌شود.

اجزای سیستم‌های بینایی ماشین:

www.SID.ir

Archive of SID

یک سیستم بینایی ماشین تشکیل‌شده از یک محفظه‌ی نوری ایزوله شده (شامل جعبه‌ای با لامپ‌های فلورسنت یا هر منبع نوری دیگر)، یک دوربین با رزولوشن مناسب، یک سیستم عکس‌برداری یا طیف‌سنجی و درنهایت سیستم‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری کامپیوتری (۵). محفظه‌ی نوری بخش مهمی از سیستم محسوب می‌شود که بایستی توزیع انرژی منبع نوری آن مشخص و شدت نور یکنواخت و کنترل‌شده‌ای داشته باشد (۶). سیستم‌های بینایی متأثر از سطح و کیفیت روشنایی قرار می‌گیرد و می‌توان با تنظیم مناسب روشنایی، نمایش یک شیء را واضح و یا تیره کرد. روشنایی می‌تواند بر وضعیت تصویر، راندمان نهایی و دقت سیستم تأثیر بگذارد (۷).



شکل ۱- طرحواره‌ی کلی سامانه بینایی ماشین در ارزیابی ماهی.

مزایا و معایب بینایی ماشین:

از مزایای این سیستم می‌توان تولید اطلاعاتی با دقت بالا، سریع و واقعی، کاهش درگیری انسان و امکان بهداشت مناسب‌تر محیط فرآوری، خودکارسازی عملیات و امکان انجام عملیات در شرایط سخت و مدت‌زمان بالا، یکنواختی محصول، افزایش قیمت و راندمان بالای سیستم را نام برد. از دیگر مزیت‌های این سیستم نیز می‌توان به غیر مخرب بودن و وجود حداقل عوامل ناخواسته در کنار تصویربرداری مستمر روند خط تولید اشاره کرد. از معایبی که برای این سیستم ذکرشده عبارت است از: نیاز سیستم به نور معین و یکنواخت، تنظیمات و واسنجی مناسب دستگاه، مشکلات مواجهه با روی هم افتادگی مواد یا موادی که امکان جداسازی آن‌ها از تصویر زمینه سخت است و درنهایت لزوم بررسی تمام سطوح مواد اشاره کرد (۸).

موارد کاربرد بینایی ماشین در ماهیان:

کیفیت ظاهری غذاهای دریایی (اندازه، شکل و رنگ) تأثیر مستقیمی روی ارزش اقتصادی و پذیرش مشتری دارد. سامانه‌های بینایی ماشین می‌توانند تمام این ویژگی‌ها را معین کنند (۹). در کنار خصوصیات ظاهری می‌توان مواد غذایی و برخی اجزای تشکیل‌دهنده ماهی‌ها شامل محتوای رطوبت و میزان چربی را نیز با استفاده از طیف مادون‌قرمز مشخص کرد. سنجش مستقیم ایمنی و بهداشت ماهیان (ازلحاظ میکروبی، شیمیایی، فلزات سنگین و غیره) در حال حاضر با استفاده تصویربرداری مشکل است و معمولاً با یکی از روش طیف‌سنجی این کار انجام می‌شود.

اندازه‌گیری اجزای تشکیل‌دهنده:

بوردریاس و همکاران (۱۹۹۹) با استفاده از پردازش تصویر درصد چربی فیله‌های ماهی سالمون (*Salmo salar*) را تعیین کردند. در پژوهشی دیگر سطح ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) با استفاده از پردازش تصویر اندازه‌گیری و خطوط چربی بر روی آن مشخص شد.

اندازه، حجم و شمار ماهیان:

www.SID.ir

Archive of SID

مساحت، محیط، طول و عرض از مرسوم‌ترین خصیصه‌هایی است که برای توصیف ابعاد یک شیء استفاده می‌شود. ویژگی شکل می‌تواند به‌صورت مجزا و یا در ترکیب با ابعاد اندازه‌گیری استفاده شود (۱۰). ازآنجاکه روش پردازش تصویر، روشی غیر مخرب است، ابعاد و شکل ماهی‌ها می‌تواند به‌صورت برخط طبقه‌بندی شود و این کار می‌تواند حتی روی ماهی‌های زنده نیز برای طبقه‌بندی و یا تخمین شمار یا تراکم آن‌ها استفاده شود.

شکل:

ویژگی‌های مورفولوژیکی و هندسی ماهی می‌تواند برای مشخص کردن تفاوت‌ها و یا رتبه‌بندی استفاده شود. براثر تفاوت‌های ژنتیکی علاوه بر تغییر شکل از یک‌گونه به گونه‌ی دیگر، حتی میزان رشد نیز تفاوت داشته و درنتیجه شکل ماهی‌ها باهم تفاوت می‌کند. به‌علاوه وجود نقص در ماهی، شکل ظاهری آن را تغییر داده و می‌تواند مبنای تصمیم‌گیری باشد؛ بنابراین درصورتی‌که الگوریتم‌های جداسازی به‌صورت دقیق طرح‌ریزی شود می‌توان با استفاده از تغییرات شکل، فرمان‌های مناسب را در سیستم ایجاد کرد؛ بنابراین ماهی‌ها می‌توانند بر اساس شکل، طول و جهت‌گیری در خطوط تولید با استفاده از سامانه‌های بینایی ماشین، به‌صورت مکانیزه رتبه‌بندی شده و بسته‌بندی شوند.

رنگ:

رنگ از مهم‌ترین خصوصیات کیفی ماهیان محسوب می‌شود و به‌عنوان شاخصی جهت تخمین کیفیت، اجزای سازنده و معیارهای شناسایی استفاده می‌شود. در بینایی ماشین، یک تصویر از نمونه به پیکسل‌هایی با سطوح مختلف رنگ‌های اولیه (قرمز، سبز و آبی) رقم‌بندی می‌شود. در فناوری پردازش تصویر، با استفاده از سیستم‌های رایانه‌ای می‌توان کمیت رنگ‌های نمونه را مشخص و دسته‌بندی کرد و درنتیجه می‌توان روی تمام سطوح رنگ‌ها، عملیات تصمیم‌گیری را انجام داد؛ بنابراین با تغییر شدت رنگ‌ها می‌توان تغییر رنگ، تغییر شکل، اندازه و بافت سطحی را به‌راحتی پردازش کرد (۱۱). رنگ ماهیچه‌ها یکی از مهم‌ترین فاکتورهای شهودی در بررسی کیفیت ماهی به‌وسیله‌ی مشتریان است. آن‌ها معمولاً تازگی، طعم بهتر و کیفیت بالای محصول را به رنگ آن نسبت می‌دهند.

ارزیابی کیفیت ماهی:

در حال حاضر درجه‌بندی کیفی ماهی‌ها به‌صورت دستی به‌وسیله‌ی کاربران انسانی انجام می‌شود. برای اینکه در رقابت روبه رشد جهانی عقب‌افتادگی ایجاد نشود، لازم است از فناوری‌های جدید به‌منظور بهبود کیفیت محصول و افزایش سوددهی استفاده شود. استفاده از فناوری بینایی ماشین می‌تواند تا حدود زیادی زحمت درجه‌بندی و کار سخت کاربران انسانی را کاهش داده و از طرفی دقت را بالا ببرد. با این سیستم شکل و رنگ ماهی‌ها به‌خوبی مشخص و پردازش‌شده و عملیات رتبه‌بندی انجام شد. در این سیستم دو خصیصه‌ی بدشکلی و جراحت ماهی جداسازی می‌شود. همچنین مطالعات نشان داده که سامانه‌های ماشین بینایی سه‌بعدی می‌تواند برای رتبه‌بندی زمان حقیقی ماهی‌ها به‌صورت مؤثر استفاده شود (۱۲).

استفاده از بینایی ماشین در خطوط مکانیزه‌ی فرآوری ماهی:

بر اساس مطالعات گذشته درزمینه مکانیزاسیون خطوط مرتبط با فرآوری ماهی، گزارش‌شده که آگاهی از موقعیت دقیق و سریع ماهی در خط تولید ضروری است. این موقعیت برای کنترل کاترها و قطع کننده‌های سر ماهی لازم است. یکی از مشکلاتی فرآوری ماهی که در ارتباط با جداسازی سر ماهی وجود دارد، خارج شدن مقداری از گوشت ماهی به‌عنوان ضایعات می‌باشد. در تحقیقی با استفاده از پردازش مناسب‌ترین منطقه برای جداسازی سر ماهی که کمترین اتلاف گوشت را داشته باشد شناسایی

www.SID.ir

Archive of SID

شد. طبقه‌بندی ماهی‌ها بر اساس جنسیت برای فروش و یا تولیدمثل آن‌ها ضروری است. اگر تجهیزاتی برای طبقه‌بندی و شمارش ماهی‌ها استفاده شود می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش داده و باعث بهبود کیفیت ماهی شود. در مطالعه‌ای از الگوریتم‌های پردازش تصویر برای طبقه‌بندی ماهی آبنوس[6] بر اساس جنسیت استفاده شد (۱۳). الگوریتم‌های مورداستفاده در این پژوهش بر اساس شکل و تفاوت رنگی بین جنس نر و ماده این ماهی استخراج‌شده بود.

نتیجه‌گیری:

مطالعات گذشته بر روی ماهیان نشان می‌دهد که بینایی ماشین پتانسیل بالایی برای تبدیل‌شدن به جزء حیاتی در سامانه‌های فرآوری و کنترل خودکار ماهیان دارد. استفاده از این سیستم‌ها با پیشرفت سیستم‌های رایانه‌ای و پیشرفته می‌تواند بیشتر شده و ضمن افزایش سرعت در فرآیندهای کنترل یا فرآوری، امکان عملیات در شرایط واقعی میسر خواهد بود. بینایی ماشین می‌تواند شیء مشخص را به‌سرعت شناسایی کرده و وضعیت کیفیت ماهیان را مورد ارزیابی قرار دهد. با استفاده از بینایی ماشین می‌توان بر اساس شکل، اندازه، رنگ و سایر مشخصات ظاهری در کنار مشخصات طیفی، عملیات دسته‌بندی و جداسازی ماهیان را انجام داد. این روش غیر مخرب، سریع، بهداشتی و خودکار است و می‌تواند در صنعت غذاهای دریایی دیگر نیز موارد کاربرد بالقوه‌ی فراوانی داشته باشد.

منابع:

1- *Brosnan, T., Sun, D.W., 2004. Improving quality inspection of food products by computer vision-a review. Journal of Food Engineering, 61, 3-16.*
2- *Sonka, M., Hlavac, V., Boyle, R., 1999. Image Processing, Analysis, and Machine Vision., 2nd edition, PWS Publishing, California, 770 pp.*
3- *Timmermans, A.J.M., 1998. Computer vision system for online sorting of pot plants based on learning techniques. Acta Horticulturae, 421, 91-98.*
4- *Krutz, G.W., Gibson, H.G., Cassens, D.L., Zhang, M., 2000. Colour vision in forest and wood engineering. Landwards, 55, 2-9.*
5- *Dowlati, M., Mohtasebi, S.S., Guardia, M., 2012. Application of machine-vision techniques to fish-quality assessment. Trends in Analytical Chemistry, 40, 168-179.*
6- *Sarkar, N.R., 1991. Machine vision for quality control in the food industry. In: D.Y.C. Fung., R.F. Mathews (Eds.), Instrumental methods for quality assurance in foods, ASQC Quality Press, Marcel Dekker Inc, New York, 166-188.*
7- *Novini, A., 1995. The latest in vision technology in today's food and beverage container manufacturing industry. In Food Processing Automation IV Proceedings of the Conference. St. Joseph, Michigan, USA.*
8- *Brosnan, T., Sun, D.W., 2004. Improving quality inspection of food products by computer vision-a review. Journal of Food Engineering, 61, 3-16.*
9- *Korel, F., Balaban, M.O., 2010. Quality assessment of aquatic foods by machine vision, electronic nose, and electronic tongue. In: C. Alasalvar, K. Miyashita, F. Shahidi, U. Wanasundara (Eds.), Seafood quality, safety and health effects, Blackwell Publishing, Oxford, 68-81.*

[6]- *Poecilia reticulate*

www.SID.ir